

# Themanummer Bodemweerbaarheid

Voor u ligt een nieuw themanummer van Gewasbescherming; dit maal gewijd aan het onderwerp Bodemweerbaarheid tegen schimmels. Het idee voor een dergelijk themanummer is in de herfst van 2004 ontstaan tijdens een bijeenkomst van de KNPV werkgroep Rhizoctonia. De bijdragen aan dit themanummer zijn afkomstig van deze werkgroep en van diverse leden van de KNPV werkgroep Bodempathogenen en bodemmicrobiologie. In beide werkgroepen is het thema bodemweerbaarheid een veel terugkerend onderwerp voor lezingen en discussies.

Bij de afbakening van het onderwerp zijn naast schimmels ook oömyceten zoals *Pythium* en *Phytophthora* betrokken, omdat deze organismen tot voor kort tot het rijk der schimmels werden gerekend (nu behorend tot het rijk der protoctisten). Andere bodemgebonden ziekten, zoals nematoden en bacteriën, komen in dit themanummer niet aan bod. Niet omdat bodemweerbaarheid voor deze groepen pathogenen niet van belang is, of niet wordt onderzocht, maar gewoon omdat we niet alles in een keer kunnen behandelen. Er is dus nog genoeg stof voor latere themanummers! Naast bodemweerbaarheid tegen alle aparte groepen van organismen, is ook vooral de combinatie en interactie van de diverse groepen pathogenen en eventueel ook insectenplagen een zeer relevant onderwerp. Mede door de complexiteit is het onderzoek veelal nog disciplinair ingericht. Maar uiteindelijk zal de kennis gebundeld moeten worden om een bodemweerbaarheid te realiseren tegen diverse ziekten in een teeltsysteem. Het voorliggende themanummer geeft daartoe een aanzet.

## Waarom bodemweerbaarheid?

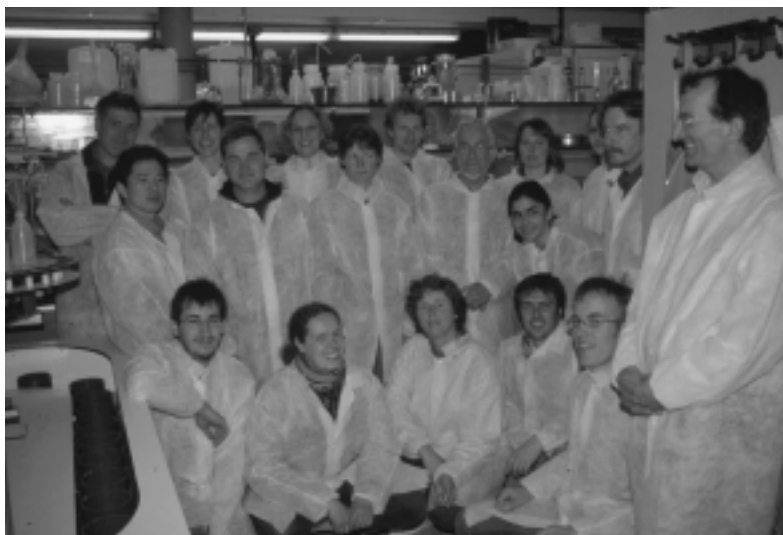
Telers zijn voor de gewasbescherming van bodempathogenen in toenemende mate afhankelijk van

de intrinsieke bodemweerbaarheid van hun percelen. Enerzijds omdat de beschikbaarheid van bestrijdingsmiddelen afneemt en anderzijds omdat hun effect vaak te wensen over laat. Een gezonde en duurzame teelt kan alleen op een gezonde bodem. Bodemweerbaarheid is een fenomeen dat in belangrijke mate kan bijdragen aan de beheersing van bodemgebonden ziekten. Elke grond heeft de potentie tot ziektevering. Er is een glijdende schaal van zeer ontvankelijke gronden waarin ziekten in ernstige mate vóórkomen, tot sterk ziektevering gronden. En hoewel het veelal niet eenvoudig is om een bodem ziektevering te maken, blijkt het enorme belang van bodemweerbaarheid wel uit

toetsen waarin grond wordt gesteriliseerd of op andere wijze wordt verstoord. Zonder bodemorganismen blijken de meeste pathogenen duidelijk veel meer schade aan het gewas te geven.

Bodemweerbaarheid betekent niet zondermeer onderdrukking van de ziekteverwekker. In de meeste gevallen is de ziekteverwekker wel aanwezig, maar veroorzaakt geen schade. De aard van de bodemweerbaarheid tegen diverse ziekten is verschillend. In de meeste gevallen is de biologische component van de bodemweerbaarheid aanzienlijk. Dit kan bepaald worden door grond te steriliseren. Maar ook diverse abiotische factoren zoals o.a. textuur, water potentiaal, luchtigheid en organisch stofgehalte, kunnen direct of indirect via andere bodemorganismen invloed uitoefenen op een pathogeen.

De aanwezige ziekteverwekkers kunnen onderdrukt worden door algemene ziektevering als gevolg van concurrentie om voedings-



Enkele leden van de KNPV werkgroep Bodempathogenen en bodemmicrobiologie en van Rhizoctonia.

INLEIDING

stoffen. Dan zou de totale microbiële biomassa en activiteit een maat kunnen zijn. In andere situaties zijn het juist bepaalde organismen of groepen van organismen die verantwoordelijk zijn voor bodemweerbaarheid; ook wel specifieke ziekteverring genoemd. Om bodemweerbaarheid te realiseren tegen diverse ziekten voor een bepaald gewas, is het daarom waarschijnlijk noodzakelijk om gelijktijdig zowel de algemene als de specifieke ziekteverring te stimuleren.

In het onderzoek is men op zoek naar methoden die de natuurlijke bodemweerbaarheid verder kunnen stimuleren en naar methoden om dit te kunnen meten. Ook de oorzaak van bodemweerbaarheid is een belangrijk onderzoeksonderwerp, omdat het makkelijker is om bodemweerbaarheid te sturen (cq. stimuleren), als bekend is wat het mechanisme erachter is.

Onderzoek naar het verband tussen teeltmaatregelen, het bodemleven en bodemweerbaarheid is echter lastig. Dit komt omdat de bodem moeilijk te visualiseren is (ondoorzichtig, driedimensionale structuur en complexe samenstelling), het om minuscule afstanden gaat (micrometerschaal) en het veel organismen betreft (miljarden bacteriën per gram grond) met een grote diversiteit (10.000 soorten per gram grond). Bestaande technieken om bodem(micro) organismen en hun diversiteit te analyseren zijn daarom per definitie ontoereikend. Bovendien hebben de meeste teeltmaatregelen zowel een direct effect op ziekteverwekkers, als een indirect effect via het overige bodemleven. En

deze effecten kunnen vooralsnog niet onafhankelijk worden gemeten.

## Ten geleide

Dit themanummer bevat artikelen over verschillende aspecten van bodemweerbaarheid. In de artikelen komen verschillende ziekteverwekkers alleen of in combinaties aan bod: o.a. *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium*, en *Gaeumannomyces*. Verder betreft het een veelheid aan gewassen en verschillende benaderingen om bodemweerbaarheid te meten en/of te managen.

Zo wordt door Molendijk eerst uitgelegd waarom het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit onderzoek naar bodemweerbaarheid in haar onderzoeksprogramma heeft opgenomen. Lamers en Westerdijk geven een overzicht van de toepassingsmogelijkheden voor de praktijk aan. Gewashistorie en -rotatie zijn factoren die een teler kan benutten om de bodemweerbaarheid te sturen. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in de artikelen van Schneider, Bakker en Westerdijk, maar ook in het hier besproken proefschrift van Garbeva. De effecten van een toepassing van combinaties van gewassen in een mengteelt is beschreven door Hiddink, Termorshuizen, Raaijmakers en Van Bruggen.

Er zijn twee artikelen waarin het bestaan van bodems met een natuurlijke bodemweerbaarheid wordt beschreven en waarin de mogelijke mechanismen worden

verkend (Bakker en Schneider; Postma en Schilder).

De invloed van toediening van compost is beschreven voor (biologische) landbouwsystemen (Blok, van Rijn, Termorshuizen en Volker) en meer specifiek voor de bollenteelt (Van Os, Wijnker en Van der Bent). De relevantie van bodemweerbaarheid voor biologische bedrijfssystemen wordt weergegeven in het artikel van Van Diepeningen, Van Bruggen, Termorshuizen en Korthals. Ook biodiversiteit en veerkracht van het systeem komen hier aan bod. Het belang van diversiteit van het bodemleven voor bodemweerbaarheid is bovendien uitgebreid onderzocht en beschreven door Garbeva. Ook twee specifieke groepen van organismen die een rol kunnen spelen in bodemweerbaarheid zijn beschreven: de mycorrhizaschimmels (Baar) en het bacteriegeslacht *Burkholderia* (samenvatting proefschrift Salles). Tot slot is er nog een artikel gewijd aan toekomstige meetmethodieken voor de analyse van bodemweerbaarheid (Speksnijder en Van Overbeek).

Wij wensen u veel plezier met het lezen van dit themanummer.

J. Postma<sup>1</sup> (Plant Research International)

G.J. van Os<sup>2</sup> (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Bloembollen)

J.H.M. Schneider<sup>3</sup> (IRS)

<sup>1</sup> voorzitter en secretarissen van de KNPV werkgroepen

<sup>2</sup> Bodempathogenen en bodemmicrobiologie en

<sup>3</sup> Rhizoctonia

## LNV onderzoek gewasbescherming deelprogramma 397.1

# Intrinsieke weerbaarheid van gewasbeschermings- en teeltsystemen

Leendert Molendijk

PPO agv, Secretaris LNV gewasbescherming 397.1

**Bij de start van het LNV gewasbeschermingsprogramma in 2002 was de LNV nota 'zicht op gezonde teelt' leidend voor het gewasbeschermingsbeleid. Dit beleidsvoornemen vertaalde zich in een gewasbeschermingsbeleid met minimale, c.q. geen, inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Uitgangspunt daarbij is dat gewasbeschermings- en teeltsystemen een bepaald niveau aan intrinsieke weerbaarheid hebben, dat preventief werkt tegen ziekten en plagen. Deze intrinsieke weerbaarheid moet worden bevorderd en zoveel mogelijk worden benut.**

Intrinsieke weerbaarheid is een term die veel opgang vindt maar nog steeds weinig concreet is. Letterlijk gaat het hierbij om de weerstand bieden tegen belagers vanuit het wezen van het teeltsysteem zelf. De nadruk ligt daarbij op de totaliteit, de onderlinge samenhang en de samenwerking van de delen en processen. In de context van gewasgezondheid gaat het erom dat de infectie-efficiëntie van belagers, of de effecten hiervan, wordt verminderd ten gevolge van verhoogde weerbaarheid. Een verhoogde weerbaarheid maakt het systeem minder afhankelijk van maatregelen van buitenaf.

Onderliggende factoren en mechanismen van intrinsieke weerbaarheid zijn onvoldoende begrepen. Doel van de projecten binnen deelprogramma 397.1 is daar waar mogelijk de mechanismen te ontfaffen om zo uiteindelijk concrete maatregelen te ontwikkelen die op bedrijfsniveau kunnen worden ingezet.

Een aantal factoren dat de weerbaarheid verhoogt is wel bekend.

Inschatten van het belang en sturingsmogelijkheden van deze factoren vormen een tweede belangrijk onderdeel van dit programma. Een verhoogde intrinsieke weerbaarheid kan worden veroorzaakt door biotische factoren zoals microbiële antagonisten, predatoren of endofyten. Daarnaast kan weerbaarheid worden verhoogd door

het versterken van interne processen, bijvoorbeeld het gericht aansturen van genen die betrokken zijn bij resistentie. Ook abiotische factoren als de textuur van de bodem, organische stof en de nutriëntenvoorziening spelen een dominante rol. Vervolgens zijn teeltmaatregelen als vruchtwisseling en gewasrestmanagement factoren die hun directe weerslag hebben op de gezondheid van het teeltsysteem. Tenslotte wordt de gezondheid van het uitgangsmateriaal als een belangrijke factor onderkend in de weerbaarheid van het gewasbeschermingssysteem. Epidemiologie en populatiedynamica en -genetica van gewasbelagers leveren basiskennis op die ten



*Figuur 1. Proefveld Vredepeel als voorbeeld van interactie tussen disciplines.*

ARTIKEL

grondslag ligt aan de ontwikkeling van beheersstrategieën.

Voor al deze facetten zijn projecten ontwikkeld en de afgelopen vier jaar uitgevoerd. De weerslag van een aantal hiervan gericht op schimmels is terug te vinden in de artikelen van deze special zoals Gera van Os: Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt; Joeke Postma: Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool;

Hans Schneider: Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB is onafhankelijk van rotatie; Lamers: Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk en Arjen Speksnijder: Genoom analyse van ziekteverende bodems.

Naast de uitdagende doelstelling is ook de werkwijze die is gekozen binnen het programma 397.1 een geslaagde uitdaging gebleken. In plaats van disciplinaire projecten

gepositioneerd binnen PRI, LEI of PPO is er gewerkt met koepelprojecten over disciplines en instituten heen. Dit heeft geleid tot samenwerkingsverbanden die niet eerder hebben gefunctioneerd met veel creatieve interactie tot gevolg en zelfs op deze korte termijn al tot verrassende resultaten.

Ik pleit er dan ook voor om de met 397 ingeslagen weg ook in de nieuwe programmaperiode te prolongeren en verder te verbreden.

# ARTIKEL

# Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk

Jan Lamers en Kees Westerdijk

PPO-agv, Lelystad

## Inleiding

**Over ziektevering wordt veel gesproken en geschreven. Wat verstaan we onder ziektevering, waar vinden we die goede voorbeelden, wat is het mechanisme en kunnen we het oproepen of verbeteren?**

Met ziektevering van grond of substraat tegen een pathogeen wordt bedoeld dat wanneer een gewas op die grond of substraat geteeld wordt er weinig schade optreedt bij aanwezigheid van het pathogeen. De ziektevering kan door fysische oorzaken optreden (*Sclerotinia sclerotiorum* geeft minder schade op klei dan op zavel of zand) en/of door chemische oorzaken (knolvoet treedt minder op bij hoge pH dan lage pH). Waar we het in dit artikel over hebben is de ziektevering voornamelijk als gevolg van biologische oorzaken. Dit is het gehele complex van bodemflora en -fauna die interacteren met het pathogeen, de omgeving en met het gewas. Er is een algemene ziektevering en een specifieke ziektevering te onderscheiden.

De algemene ziektevering tegen een pathogeen wordt gevormd door dat deel van de bodemflora en -fauna, dat concurreert in brede zin met het pathogeen. Er kan concurrentie zijn om het substraat, dood of levend, en benadeeling bij de overleving. Er is over het algemeen niet één organisme bij betrokken en het is niet gewasspecifiek. De algemene ziektevering is gerelateerd aan de bodemfungistase, die weer gerelateerd is aan de competitie om voedingsstoffen (koolstof en/of ijzer). Voorbeelden zijn de ziektevering tegen *Pythium*, *Phytophthora* en *Fusarium oxysporum* op meloen (Frankrijk). Naast algemene ziektevering is er een specifieke ziektevering. Bij een specifieke ziektevering is er één of zijn er enkele antagonisten aan te wijzen die ingrijpen op de pathogeen-gewasomgeving interactie met als resultaat dat er minder symptomen zijn en minder schade ontstaat. Het mechanisme van specifieke ziekte-

vering is meestal gebaseerd op antibiose (met behulp van antibiotica) of mycoparasitisme. Zowel het pathogeen als het gewas of een bepaalde gewascombinatie dient aanwezig te zijn. Deze ziektevering komt bovenop de algemene ziektevering, maar de grens daarmee is niet altijd goed te onderscheiden. Wat wél optreedt is dat in de tijd gezien de schade alsmaar toeneemt, totdat de specifieke ziektevering naar voren komt, waardoor een periode aanbreekt dat de schade gering wordt. Dit treedt op bij de intensief onderzochte pathogeen-gewas combinaties tarwehalmdoder - tarwe en *Rhizoctonia solani* op bloemkool en suikerbiet.

## Tarwehalmdoder – tarwe

Gerlagh (1968) bestudeerde de decline die optrad nadat enige ja-

ren achtereen tarwe was verbouwd in de nog jonge polders. Op deze maagdelijke gronden waren de opbrengsten van de tarwe aanvankelijk hoog, maar in het tweede, derde of latere jaar van de continueerte kon de opbrengst door het hevig optreden van witarigheid halveren. Daarna nam de witarigheid af en de opbrengst toe. Hij veronderstelde dat er zowel een algemene, als een specifieke ziektevering aanwezig was tegen de tarwehalmdoder.

In de huidige praktijk wordt er alleen op de zware klei in Noord Groningen veel graan geteeld. Hier kunnen teelten met knol-, bol- of wortelgewassen problematisch zijn. De bedrijven zijn groot genoeg om een hoog aandeel maai-gewassen met een relatief laag saldo in het bouwplan op te nemen. Op veel percelen wordt continue tarwe geteeld, zonder problemen met de tarwehalmdoder. De grote schade in tarwe in het tweede of derde jaar van de continueerte wordt op deze bedrijven omzeild door in die jaren bijvoorbeeld gerst te telen en daarna weer tarwe. Gerst en rogge zijn wel waard voor de tarwehalmdoder maar laten weinig symptomen en schade zien. Indien tarwehalmdoder dan massaal aanwezig is wordt de ziektevering opgebouwd. Wordt de continueerte onderbroken dan is de ziektevering niet meteen weg. De ziektevering blijkt in enkele jaren tijd te verdwijnen. Dat wil zeggen dat een tot twee jaar andere teelten mogelijk zijn zonder dat tarwehalmdoder op tarwe na tarwe weer toeslaat. Op deze wijze

ARTIKEL

kan bij een frequente tarweteelt de bodem toch weerbaar blijven. Overigens worden problemen met de tarwehalmdoder ook nog tegengegaan door stoppelresten meteen na de oogst goed onder te werken en te laten verteren zodat de tarwehalmdoder uit zijn foodbase verdreven wordt (Cook en Weller, 1987). Dit is weer een voorbeeld van de aanwezige algemene ziektevering tegen tarwehalmdoder.

## Rhizoctonia solani – bloemkool, suikerbiet en aardappel

Op een gezamenlijk proefveld van PRI en PPO waar regelmatig bloemkool werd geteeld en rhizoctonia eerder een probleem vormde, bleken weinig symptomen op te treden wanneer de grond besmet werd met *Rhizoctonia solani* AG 2-1 (Westerdijk *et al.*, 2003). Uit een survey bij telers die continu bloemkool teelden bleek ook dat de grond daar ziektevering was geworden. We hebben te maken met een specifieke ziektevering aangezien de wering optreedt door herhaalde bloemkoolteelt in aanwezigheid van rhizoctonia (Postma en Schilder, 2005). In deze situatie van continue teelt hoeft de bloemkoolteler niet te vrezen voor een ernstige uitbraak van rhizoctonia, wat wel het geval is bij een onregelmatige bloemkoolteelt. Na deel van de continue teelt bloemkool is dat cysteaaltjes zich vermeerderen en dat *Mycosphaerella* bladvlekkenziekte zich via de gewasresten makkelijk van het ene op het volgende gewas verspreidt. Toch komen deze bedrijven veel voor in de Streek in Noord-Holland, waar bedrijven zich in deze richting gespecialiseerd hebben.

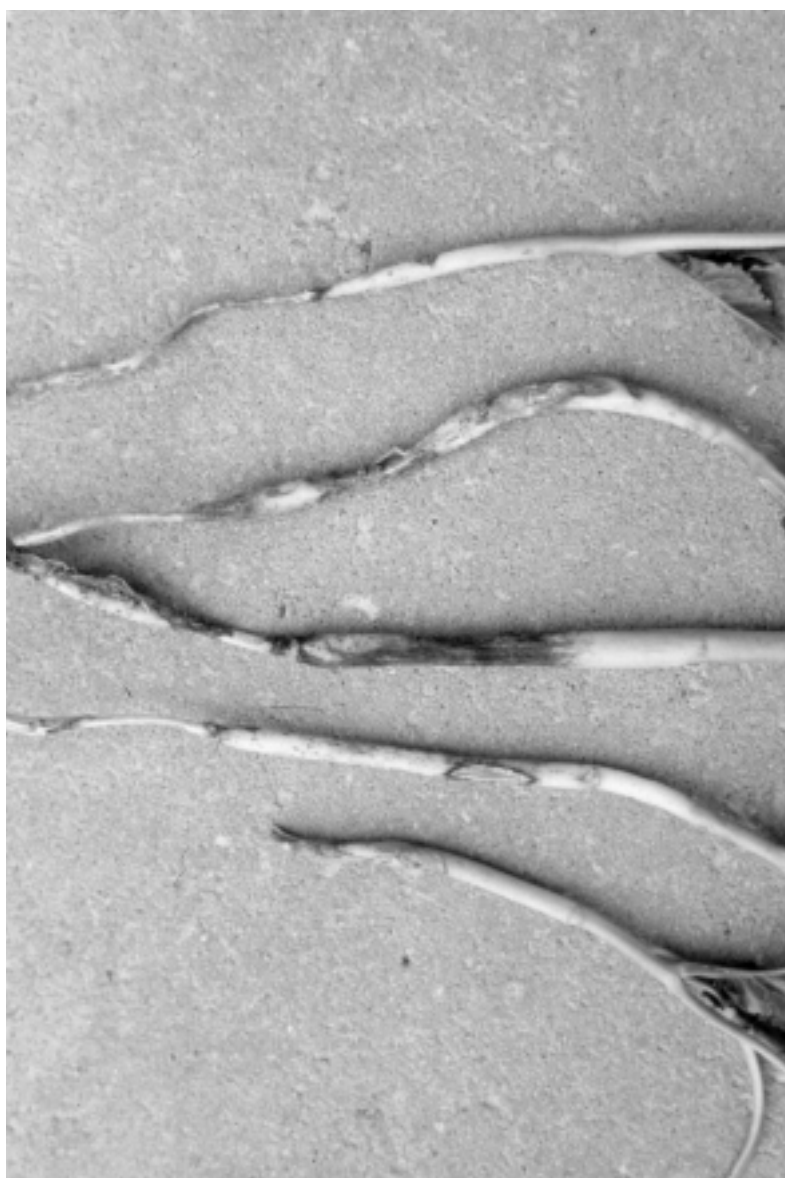
Interessant is dat de ziektevering tegen *R. solani* AG 2-1 in bloemkool ook werkzaam is tegen *R. solani* AG 2-IIIB in suikerbiet,

maar niet tegen *R. solani* AG 3 in aardappel (Postma en Schilder, 2005).

Bakker en Schneider (2005) hebben ook ziektevering gevonden tegen *R. solani* AG2-IIIB in suikerbiet. Deze gronden zijn ook weerend tegen de rhizoctonia in bloemkool.

Naar rhizoctonia in aardappelen is veel onderzoek verricht. Het optreden van *R. solani* AG 3 is sterk gekoppeld aan de teeltfrequentie van aardappelen. Andere gewassen zijn geen waardplant. Uitgaande van een maagdelijke grond wordt in het tweede of derde aardappel-

gewas een sterke lakschurftbezetting op de oogst waargenomen. Daarna nemen de niveaus af zonder dat er een duidelijke specifieke ziektevering optreedt (Hoekstra en Lamers, 1993). Ook Jager en Velvis (1980) konden in het frequente zetmeelaardappel- en pootgoedtelende noorden van Nederland slechts een enkele ziekteverende grond vinden. Bij continue teelt van aardappelen op maagdelijke grond trad in het derde jaar massaal rhizoctonia op (Lamers, 1987). Daarna bleef het niveau op dat van de een op twee en een op drie aardappelen schommelen. Scholte (1987) vond



*Rhizoctonia* aantasting op vier weken oude kiemplanten van bloemkool (*R. Meier, PPO-agv*).

op een van de twee proefvelden met continueelt waar *Verticillium biguttatum* optrad, dat de lakschurftbezetting bij continueelt lager werd dan bij de een op twee teelt. Op het tweede proefveld bleef de lakschurftbezetting op hetzelfde niveau als die van de tweejarige rotatie. Het optreden van een specifieke ziektevering tegen *R. solani* AG 3 in continueelt blijkt mogelijk, maar is incidenteel of duurt lang voor het optreedt. Inmiddels zijn er wel veel antagonistische bekend van rhizoctonia die in gronden van nature aanwezig zijn of aan de grond kunnen worden toegevoegd. Het varieert van het *Aphelenchus avenae* aaltje, tot mijten en springstaarten (Hofman 1988), schimmels als *V. biguttatum*, *Gliocladium roseum*, Trichoderma soorten of niet pathogene *Rhizoctonia* soorten en bacteriën als *Bacillus thuringiensis*, pseudomonaden, streptomyceten etc. In veel gronden kan een mix aanwezig zijn en bij frequente teelt kunnen enkele of meerdere antagonistische systemen worden bevorderd. Zelfs kon in een enkel geval een relatie worden vastgesteld tussen de mate van biodiversiteit en de mate van ziektevering tegen *R. solani* AG 3 (Garbeva, 2005). Hierdoor heeft de ziektevering ook meer een algemeen karakter en verschilt van perceel tot perceel.

## Maximaliseren van bodemweerbaarheid

In het geval van een specifieke ziektevering is de bodemweerbaarheid hoog te houden door het waardgewas continu te blijven telen en/of door het pathogeen te blijven toevoegen. In die situatie blijft de van nature aanwezige wering werkzaam. Oyarzun (1994) vond dat de beste ziekteverende percelen tegen voetziekte in erwten waren diegene met continueelt erwten. Daar waar het mechanisme goed in kaart is gebracht

kan het mogelijk zijn om in het geval van het optreden van één antagonist deze te isoleren, vermeerderen, wettelijk te registreren en aan de bodem toe te dienen. Is het economisch rendabel en kan de antagonist zich te midden van het bodemleven handhaven dan pas wordt het interessant om de antagonist toe te dienen, waardoor de ziektevering op peil kan blijven. Dit is het geval met pseudomonaden tegen de tarwehalmdoder (Cook en Weller, 1987). Lamers *et al.* (1988) konden een ziekteontvankelijke poldergrond ziekteverend maken door het zaad van het eerste tarwegewas te bacteriseren met een *P. fluorescens* isolaat WCS 417. Dit isolaat is in staat in anjer *Fusarium oxysporum* te controleren door het induceren van systemische resistentie, ijzer vast te leggen met sideroforen en door antibioticum productie (Duijff, 1994). Later bleek de productie van het antibioticum 2,4 diacetylphloroglucenol (DAPG) belangrijk te zijn waarmee de fluorescerende pseudomonaden de controle over de tarwehalmdoder uitoefenden (Raaijmakers en Weller, 1998). Door de kleine markt of door de variabele resultaten is een toepassing in Nederland of in de Verenigde Staten niet van de grond gekomen.

Meer mogelijkheden zijn er met verhoging van de algemene ziektevering. Door het toevoegen van organische meststoffen aan de bodem wordt extra voeding aan het bodemleven toegediend. Dit bodemleven gaat opbloeien, waardoor na korte tijd de concurrentie om voedsel (bodemfungistase) snel toeneemt en het pathogeen minder kans krijgt schade aan te richten. Sommige bodempathogenen worden ook wel suikerschimmels genoemd, omdat ze snel gebruik kunnen maken van de toegediende extra voeding (*Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*). Dit kan resulteren in meer besmetting kort na toepassing, nog voordat de bodemfungistase

is toegenomen. Zo bleek dat toediening van papiercellulose aan de bodem vlak voor het planten van de bloemkool in continueelt de aantasting door rhizoctonia toenam, terwijl toediening een maand voor het planten de rhizoctonia deed afnemen als gevolg van toegenomen ziektevering (Scheper *et al.*, 2002). Lootsma en Scholte (1997) konden met toepassing van stalmest plus gele mosterd of haver de rhizoctonia aantasting in aardappelen een half jaar later verlagen door toename van springstaarten en aaltjes. Soms kan er nog gestuurd worden met stikstofrijke of -arme materialen. Gevoelig voor algemene ziektevering zijn ook pythium en phytophthora. Van Os kon een gunstig effect van een goede compost vaststellen in sommige situaties dat de algemene ziektevering tegen pythium laag was, zoals na inundatie of chemische grondontsmetting. Ook op biologische tellende bedrijven wordt meer organisch materiaal en dierlijke mest ingewerkt, wat leidt tot een hoger organisch stofgehalte, een hogere biodiversiteit van het bodemleven en uiteindelijk tot een betere ziekteonderdrukking (Van Diepeningen *et al.*, 2005). De mogelijkheden voor het verhogen van de algemene ziektevering door organisch materiaal aan het bodemleven toe te dienen zijn beperkt. Dit geldt ook voor composten al of niet verrijkt met antagonistische. Een serie van achttien composten van verschillende herkomst bleek niet alle zeven geteste pathogenen terug te dringen. Wel bleek fusarium verwelkingsziekte door de meeste composten geremd te worden (Alabouvette en Steinberg, 2005).

## Tegengaan van verlaging bodemweerbaarheid

De algemene en specifieke ziektevering wordt sterk nadelig beïn-

vloed door breedwerkende maatregelen om het pathogeen uit te schakelen. Behandelingen als methylbromide (niet meer toegelaten) en stomen schakelen het meeste van het bodemleven uit. Kort na toepassing zijn de opbrengsten enorm gestegen, wat de belangstelling voor deze methode aanwakkert. Blijkbaar zorgt het geheel van het bodemleven (ook zonder pathogenen) voor een lagere opbrengst. Wanneer het pathogeen in een dergelijk ontsmet milieu geïntroduceerd wordt of overgebleven is op de randen van de behandelzone, heeft het pathogeen vrij spel en breidt zich meer uit dan voor toepassing van de breedwerkende behandeling. De opbrengsten zijn een jaar na toepassing evenwel lager geworden dan voor de behandeling en de teler is opnieuw aangewezen op een drastische ingreep.

Chemische grondontsmetting met nematiciden werkt vooral tegen aaltjes, maar ook schimmels en onkruiden worden bij hogere doseringen uitgeschakeld. De besmetting met *Rhizoctonia* en *Pythium* kan afnemen door de chemische ontsmetting, ook de ziektevering blijkt te zijn verlaagd, waardoor deze schimmels later in aardappelen of bollen verhevigd kunnen toeslaan. Door ook van deze breedwerkende ontsmettingsmethode af te zien blijft de ziektevering in tact en dient de besmetting laag te blijven door aangepaste teeltmaatregelen. Inundatie geeft een zodanige verstoring dat de pythium aantasting van de nateelt bollen op termijn toeneemt. De oplossing ligt hier in een goede planning van de inundatie in de rotatie, in het toepassen van resistente rassen en eventueel compost (Van Os *et al.*, 2005). Na biologische grondontsmetting met groenbemesters en plastic afdekking is de ziektevering tegen fusarium en meloidogyne niet afgenomen. Biologische groentelers en andere telers op grond in kassen vertrouwen nu

nog op stomen. Wellicht kunnen zij de bodemweerstand beter in stand houden met biologische grondontsmetting.

## Toepassingsmogelijkheden

In slechts enkele bijzondere situaties is er sprake van een specifieke ziektevering die daadwerkelijk wat voorstelt. Dit zijn situaties met een zeer eenzijdig bouwplan tot continue teelt van een waardgewas. De telers, de bedrijven en de omgeving moeten het mogelijk maken om deze situatie te cultiveren. Vaak komen er andere pathogenen in het spel die de nauwe teeltwijze niet mogelijk maken. Bovendien lijkt het erop dat de ziektevering pas optreedt nadat een ernstige aantasting gepasseerd is. De teler kan dit niet ontspringen tenzij hij een tolerant gewas teelt zoals met gerst in het geval van de tarwehalmdoder. Aanpassing van de gewasrotatie met als doel om de ziektevering tegen rhizoctonia in suikerbieten te verbeteren lijkt vooralsnog niet veel perspectief te hebben (Schneider *et al.*, 2005). In goed onderzochte ziekteverende systemen kunnen de biotische factoren op termijn mogelijk gecombineerd worden en aan de bodem toegediend, zodat de bodem ziekteverend wordt. De gewasbeschermingswetgeving maakt het niet gemakkelijk om ziektevering langs deze weg op te bouwen.

Verbetering van de algemene ziektevering lijkt een betere weg. Over het algemeen neemt deze wering toe na toediening van organische materialen, als gevolg van de toegenomen concurrentie om voedingsstoffen. Biologische bedrijven kennen een hogere input aan organisch materiaal en hebben doorgaans een hogere ziektevering. Ook in situaties dat het bodemleven tijdelijk is uitgeschakeld kan een effect van verrijking van het bodemleven met gerijpte com-

post de wering zichtbaar verbeteren. Aandacht blijft geboden voor een mogelijke opbloei van pathogenen wanneer zij gebruik maken van het toegediende organische materiaal. Want bij beheersing van pathogenen via een verhoging van de algemene ziektevering, blijft het belangrijk om de inoculum potentiaal van de pathogenen zo laag mogelijk te houden.

De gangbare landbouw met een intensief en eenzijdig bouwplan kan in enkele situaties wellicht gebruik maken van de specifieke en algemene ziektevering om het optreden van sommige pathogenen af te remmen. De biologische landbouw is vooral aangewezen op het optimaliseren van de algemene ziektevering om daarmee een breed scala aan pathogenen terug te dringen.

## Literatuurlijst

- Alabouvette C., en Steinberg, C., 2005. The soil as a reservoir for antagonists to plant diseases, in press.
- Bakker, Y. en Schneider, J.H.M., 2005. Bodemmicroflora werkt *Rhizoctonia solani* in suikerbiet tegen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Cook, R.J. en Weller, D.M., 1987. Management of take-all in consecutive crops of wheat or barley. In: Chet, I. ed. Innovative approaches to plant disease control. New York: Wiley, pp41-76.
- Diepeningen, A.D. van, Bruggen, A.H.C. van, Termorshuizen, A.J. en Korthals, G.W., 2005. Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Duijff, 1994. Siderophore-mediated competition for iron and induced resistance in the suppression of Fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp.. Ph.D. thesis, Utrecht Universiteit, pp. 21-33.
- Garbeva, P., 2005. Het belang van microbiële diversiteit voor ziektevering in landbouwgronden. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Gerlagh, M., 1968. Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. Neth. Jour. Plant Path. 74: 1-97.
- Hoekstra, O., Lamers, J.G. en Zwanepol, S., 1993. 28 jaar De Schreef. PAGV publicatie nr. 67, 207 p.
- Hofman, T.W., 1988. Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by *Rhizoctonia solani*. Wageningen Agricultural University, Ph.D. thesis, pp. 125.
- Jager, G. en Velvis H., 1980. Onderzoek naar het voorkomen van *Rhizoctonia*-weten de aardappelpercelen in Noord-Neder-



- land. Haren, IB-rapport 1-80, pp 62.
- Lamers, J.G., 1987. Nauwe rotaties en continueelten van aardappelen en suikerbieten. In: jaarboek 1986, Lelystad, PAGV-publicatie 38, pp. 249-259.
- Lamers, J.G., Schippers, B. en Geels, F.P., 1988. Soil-borne diseases of wheat in the Netherlands and results of seed bacterisation with *Pseudomonas* against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. In: Jorna M.L. en Sloodmaker L.A.J., ed. Cereal breeding related to integrated cereal production, Proceedings of Eucarpia. Wageningen, Pudoc, pp. 134-139.
- Lootsma, M. en Scholte K., 1997. Effect of farmyard manure and green manure crops on populations of mycophagous soil fauna and *Rhizoctonia* stem canker of potato. Ph.D. thesis, Landbouwniversiteit Wageningen, pp. 57-68.
- Os, G. van, Wijnker, J. en Bent, J. van der, 2005. Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Oyarzun, P.J., 1994. Root rot of peas in the Netherlands; fungal pathogens, inoculum potential and soil receptivity. Ph.D. thesis, Landbouwniversiteit Wageningen, pp. 165-189.
- Postma, J. en Schilder, M.T., 2005. Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Raaijmakers, J.M. en Weller, D.W., 1998. Natural Plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp. In take-all decline soils. Molecular Plant-microbe Interactions, 11, 144-152.
- Scheper, R.W.A., Postma, J., Dijkstra, G., Schilder, M.T., Pastoor, R., Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Bopgert, P.H.J.F. van den, Krijger, M.C. en Gent-Pelzer, M.P.E. van, 2002. Effect van papiercellulose op *Rhizoctonia* in bloemkool. Gewasbescherming 33(2), p 56.
- Schneider, J.H.M., Bakker, Y. en Westerdijk, C.E., 2005. Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-IIIB is onafhankelijk van rotatie. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Scholte, K., 1987. The effect of crop rotation and granular nematicides on the incidence of *Rhizoctonia solani* in potato. Potato research 30, 187-199.
- Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Postma, J., Scheper, R.W.A., Schilder, M.T., Dijkstra, G., Boogert, P.H.J.F. van den, 2003. Eindverslag *Rhizoctonia* in bloemkool. Projectrapport 1234340/8, PPO-agv, Lelystad, pp. 21.

# Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB is onafhankelijk van rotatie

J.H.M. Schneider<sup>1</sup>, Y. Bakker<sup>1</sup> en C.E. Westerdijk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IRS, Van Konijnenburgweg 24, 4611HL Bergen op Zoom

<sup>2</sup> Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO-agv), Lelystad.

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* is onderverdeeld in zogenaamde anastomose groepen (AGs). Dat zijn groepen van isolaten waarvan de schimmeldraden met elkaar versmelten. De groepen zijn genummerd van 1 tot en met 13. De verschillende AGs verschillen onder andere in waardplantenreeks. Het onderscheidt tussen de verschillende AGs is dus van direct belang voor de praktijk. *R. solani* AG 3 bijvoorbeeld komt alleen voor op nachtschades en is bekend als de veroorzaker van lakschurft op de aardappel. De waardplantenreeks van AG 3 is vrij beperkt. In suikerbiet wordt wortelbrand en kop- en wortelrot veroorzaakt door de zogenaamde AG 2-IIIB. Deze heeft echter een brede waardplantenreeks en tast bijvoorbeeld waspeen, schorseneer, lelie en gladiool aan, maar komt ook voor op de wortels van raaigras en maïs. Aardappel, granen en crucifere groenbemesters daarentegen zijn slechte waardplanten voor AG 2-IIIB en kunnen dus voor goed de suikerbieten geteeld worden.

## Verdwijnde ziekteplekken

Rhizoctoniaziekte in suikerbieten komt plekgewijs voor. Deze plekken variëren in ruimte en tijd; met

andere woorden de plekken komen, groeien, worden kleiner en verdwijnen. Dit verschijnsel werd zowel door telers als IRS opgemerkt. Het IRS toetste rhizoctonia resistente rassen op proefvelden waar rhizoctonia voorkomt. Op

sommige percelen werden de gevoelige rassen echter niet aangetaast, terwijl in het voorgaande jaar de rhizoctoniaschade toch aanzienlijk was. Kennis van deze dynamiek is van belang bij de beheersing van rhizoctonia schade in suikerbiet.

## Bodemweerstand

Onderzocht werd of het verdwijnen van schadeplekken in een kastoets kon worden nagebootst. Daartoe werden grondmonsters van verschillende percelen genomen waaraan vervolgens rhizoctonia werd toegevoegd en ingezaaid met bieten in de kas. Indien de planten gezond bleven na toevoegen van rhizoctonia is er sprake van ziekteverwerende gronden of bodemweerstand. Op deze wijze kon het verdwijnen schadeplekken in een kastoets worden nagebootst. Deze biotoets wordt ook gebruikt om de mechanismen die ten grondslag leggen aan bodemweerstand te bestuderen (zie het artikel van Bakker en Schneider elders in dit nummer). Deze biotoets wordt ook gebruikt om de effecten van gewasrotatie op rhizoctoniaziekte in het veld te bestuderen.

## Internationale samenwerking

Het IRS werkt samen met PPO-agv in Lelystad, het Duitse Instituut



Figuur 1. Proefveld te Ruinen in 2003, blokken gerst, maïs en suikerbiet.

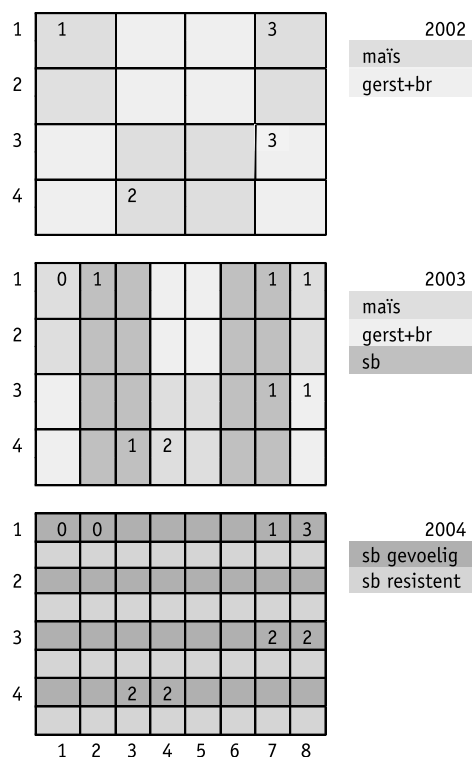
voor suikerbietenonderzoek, IfZ, in Göttingen en onderzoekers van de Technische Universiteit München en het Beierse onderzoeksinstituut voor de volle grond en gewasteelt (BLBP) in Freising aan de effecten van gewasrotatie, bodemverdichting en mulchen (gewasresten licht inwerken) op rhizoctoniaschade in bieten. Binnen de samenwerking wordt ook gekeken naar bodemfysische en bodemchemische parameters en de mechanismen van bodemweerstand. Zo wordt onderzocht of voorvruchten zoals maïs, aardappel, graan en bladrammenas de bodemweerstand tegen rhizoctonia beïnvloeden. In totaal zijn er acht proefvelden aangelegd in Duitsland en Nederland (figuur 1). In 2004 zijn de eerste vier bietenvelden geoogst. In 2005 volgen de volgende vier proefvelden. Een eerste indruk van de relatie tussen gewasrotatie en bodemweerstand lichten we in dit artikel toe.

## Gewas en bodemweerstand

Op een proefveld met een rhizoctonia schade in het voorgaande jaar werd een proefveld met maïs als rhizoctonia bevorderende waardplant en gerst met een na-teelt bladrammenas (br) als goede waardplanten aangelegd in 2002. In 2003 werden de blokken maïs beteeld met gerst en suikerbiet en de blokken gerst beteeld met maïs en suikerbiet (figuur 1). In 2004 werd een rhizoctonia gevoelig en rhizoctonia resistent ras geteeld. Van elk veldje werden bij zaai, vol-gewas en bij oogst grondmonsters genomen en in de kas getoetst op bodemweerstand. Een deel van de resultaten van de bemonstering bij oogst zijn in figuur 2 ter illustratie weergegeven.

De bodemweerstand tegen rhizoctonia zoals gemeten in onze bi-

*Figuur 2. Schematisch overzicht van de gewassen, de rotatie en de resultaten van de biotoets. Proefveld met 8 behandelingsdelingen in viervoud. Van elke veldje werden bij zaai, volgewas en bij oogst grondmonsters genomen en de kas getoetst op bodemweerstand. De bodemweerstand is uitgedrukt op een schaal van 0: rhizoctonia-erend tot 3: rhizoctonia-gevoelig.*



otoets, ontwikkelt zich onafhankelijk van het gewas. De bodemweerstand is immers niet consistent over de herhalingen en niet over de gewassen. Na maïs bijvoorbeeld werd in 2002 een ziekte-weerbaarheidsindex van 1 en 3 gevonden. Het blok met de hoge bodemweerstand (1) bleef ziekte-erend tegen rhizoctonia na de teelt van wintertarwe of suikerbiet in 2003 en de teelt van suikerbiet in 2004. Aan de andere kant een blok maïs met een lage bodemweerstand (3) tegen rhizoctonia werd na de teelt van of maïs of suikerbiet ziekte-erend tegen rhizoctonia in onze biotoets (1 en 1). Na de teelt van suikerbiet in 2004 was de bodemweerstand weer verschillend (1 en 3).

De resultaten van de biotoetsen van de andere zeven proefvelden laten dezelfde trend zien. Er is geen consistentie in bodemweerstand over de herhalingen van de verschillende rotaties. Dat wil zeggen dat de bodemweerstand tegen rhizoctonia een plaats-specifiek proces is dat zich niet

laat sturen door rotatie. Onze bevindingen uit de veld- en kasproeven komen met de resultaten van Bakker en Schneider overeen (zie elders in dit thema nummer). Zij suggereren ook dat de bodemweerstand tegen rhizoctonia onafhankelijk is van de plant.

## Perspectief

*R. solani* AG 2-2IIIB is een belangrijke ziekteverwekker in suikerbiet, lelie en vollegrondsgroenten. Waardplanten, zoals maïs, voor de bieten kunnen de rhizoctonia schade in biet verergeren. Onze resultaten wijzen erop dat de bodemweerstand tegen rhizoctonia zich onafhankelijk van de rotatie ontwikkelt. Onttrafeling van de mechanismen van bodemweerstand tegen rhizoctonia levert voor de praktijk nieuwe mogelijkheden voor de praktijk om rhizoctonia schade te beperken. Een gezonde en duurzame teelt kan alleen op een gezonde bodem.

# Beïnvloedt mengteelt de ziekteverendheid van bodems tegen bodempathogenen?

G.A. Hiddink<sup>1</sup>, A.J. Termorshuizen<sup>1</sup>, J.M. Raaijmakers<sup>2</sup> en A.H.C. van Bruggen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Biologische Bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit, Marijkeweg 22, 6709 PG Wageningen, Nederland.

<sup>2</sup> Laboratorium voor Fytopathologie, Wageningen Universiteit, Binnenhaven 5, 6709 PD Wageningen, Nederland.

## Samenvatting

Mengteelten worden veelal beschouwd als stabiele teeltsystemen met een grotere oogstzekerheid dan monoculturen en minder schade door pathogenen. Uit kasexperimenten waarin de ziekteverendheid tegen drie bodempathogenen werd bepaald van grond afkomstig van een mono- of mengteelt bleek dat de ziektevering niet werd verhoogd door de toepassing van een mengteelt in het veld. De ziekteverendheid van de bodem bleek meer afhankelijk van het gewas dat erop geteeld werd, waarbij de teelt van gerst de meest ziekteverende grond bleek op te leveren. Nitraat- en ammoniumconcentraties van de grond waren niet gecorreleerd met de ziekteverendheid. Ook blijkt dat mengteelt niet of in slechts geringe mate een relatie heeft met de microbiële populatiesamenstelling (bepaald met DGGE) buiten de rhizosfeer. Ook de microbiële activiteit in een mengteelt was niet hoger dan die van een monocultuur. Ondanks het feit dat de ziekteverendheid van grondmonsters niet werd verhoogd door het telen van een menggewas heeft de teeltwijze wel positieve effecten zoals een hogere opbrengst aan organische stof en minder problemen met ziekten en onkruiden in de geteelde menggewassen zelf.

## Inleiding

Beheersing van bodemziekten in de hedendaagse landbouw zorgt voor steeds grotere problemen door verschraving van het aanbod van gewasbeschermingsmiddelen in combinatie met de nauwe vruchtwisseling die gebruikelijk is in de gangbare landbouw. Aanvullende maatregelen om bodempathogenen te beheersen zijn daarom noodzakelijk. Twee beheersstrategieën kunnen daarvoor gebruikt worden: (1) beheersing van het pathogeen met biologische bestrijders en (2) het voorkomen van schade door gebruik van resistente rassen of cultuurmaatregelen. Bij dit laatste valt te denken aan het gebruik van organische stof (bv.

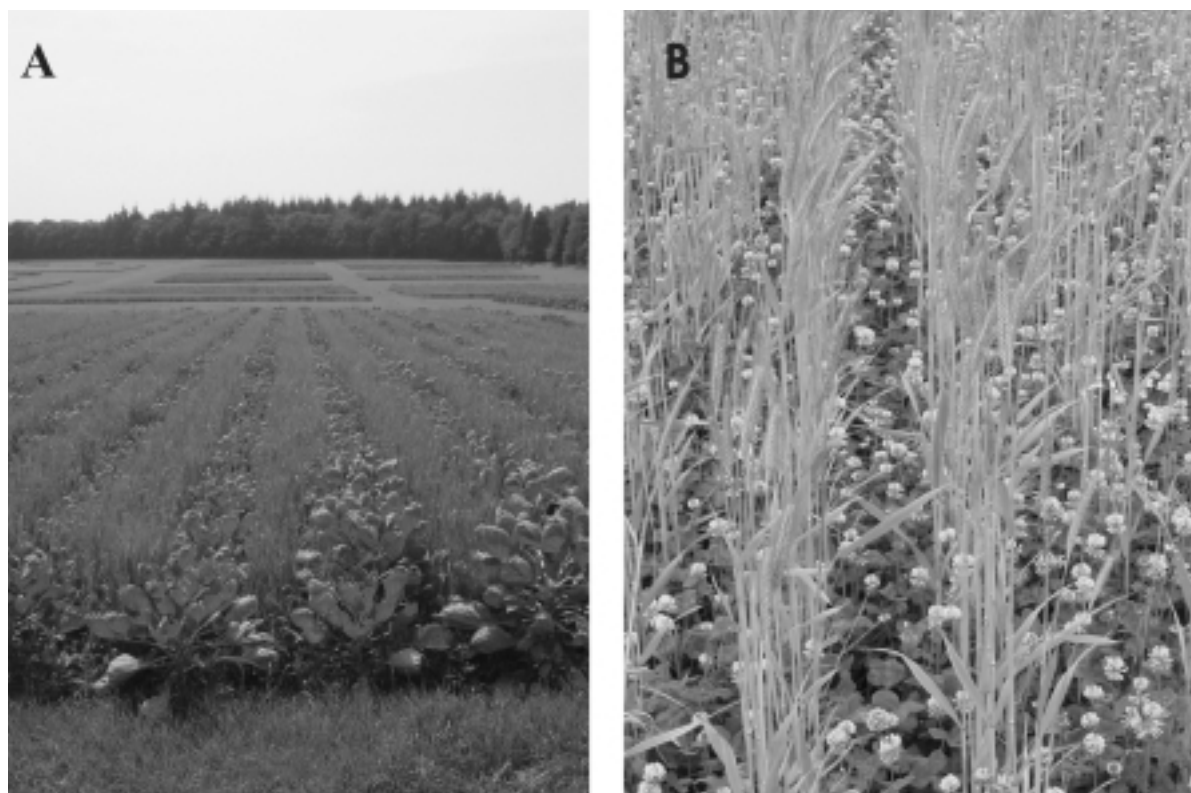
compost) en ruimere vruchtwisseling (zoals in de biologische teelt gebruikelijk is). Genoemde cultuurmaatregelen zijn gerelateerd aan diversiteit van planten (vruchtwisseling en mengteelt), dan wel aan grotere aantallen, hogere activiteit of diversiteit van micro-organismen (organische-stofbeheer). Daarbij zijn er aanwijzingen dat ziekte-onderdrukking gerelateerd is aan de diversiteit van microbiële gemeenschappen (Workneh en van Bruggen, 1994).

Het is algemeen bekend dat het gebruik van gewasdiversiteit in de tijd door middel van vruchtwisseling schade door bodempathogenen verminderd. De vraag is of ge-

wasdiversiteit op een perceel door middel van mengteelt effectief is tegen bodemgebonden plantpathogenen. We hebben ons geconcentreerd op de vraag of het gebruik van gewasdiversiteit resulteert in een meer ziekteverende bodem of dat ziekteverende effecten alleen aanwezig zijn door de verminderde dichtheid aan vatbare planten (Burdon en Chilvers, 1976) en door maskeereffecten (Gilbert et al, 1994) door vermenging van plantspecifieke microbiële gemeenschappen in de rhizosfeer. Vermenging van rhizosferen en gewasresten in een mengteelt zou een substraat op kunnen leveren dat, zeker op lange termijn, een diverse microbiële gemeenschap ondersteunt. Hierdoor zou een algemeen mechanisme van ziekteonderdrukking in de grond kunnen ontstaan zodat een verscheidenheid aan bodempathogenen minder kans krijgt.

## Ziekteveringstoetsen

De ziekteverendheid werd bepaald van gronden, beteeld met spruitkool (*Brassica oleracea* L. cv. Maximus), gerst (*Hordeum aestivum* L. cv. Video), of de combinatie van deze gewassen (Figuur 1A) en van grond beteeld met triticale (*X Triticosecale* Wittm. cv. Galtjo), witte klaver (*Trifolium repens* L. cv. Pertina) of het triticale-witte klavermengsel (Figuur 1B).



Figuur 1. Velden waarop mono- en mengculturen spruitkool-gerst (A) en triticale-witte klaver (B) werden geteeld en waarvan de gronden zijn getest op hun ziekteverendheid.

Op verschillende tijdstippen werden grondmonsters genomen, gezeefd, besmet met een pathogeen en beteeld met een waardplant om de ziekteverendheid te toetsen.

De ziekteverendheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 1 (waardplant: wortel), *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini* (waardplant: vlas) en *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*

(waardplanten: gerst en triticale) werd bepaald in biotoetsen. Deze drie pathogenen zijn gekozen omdat hun ecologie sterk verschilt, waardoor ze mogelijk gevoelig zijn voor verschillende mechanismen van onderdrukking. Naast ziekteverendheid werden nitraat- en ammoniumconcentraties in de grond, de pH en de bodemrespiratie bepaald, alsmede de structuur van de microbiële gemeenschap met behulp van PCR-DGGE (zowel de bacteriën (16S) als de schimmels (18S)).

Tabel 1. Ziekteverendheid van gronden beteeld met mono- en mengculturen van spruitkool/gerst- en triticale/witte klavercombinaties, uitgedrukt als de hoeveelheid ziekte die optreedt in een vatbaar gewas na besmetting van de beteelde grond met een pathogeen.

Gewas	Biotoets	FOL	GGT
Spruitkool <sup>2</sup>	90,1 <sup>3</sup>	10,8a <sup>4</sup>	4,2
Gerst	83,0	9,2b	2,8
Spruitkool-gerst	71,3	10,9a	3,7
Triticale	46,8	10,1	3,6
Witteklaver	56,3	9,9	4,2
Triticale-witteklaver	42,7	10,6	3,3

<sup>1</sup> Biotoetsen uitgevoerd met *R. solani*-wortel, *Foxysporum* f.sp. *lini*-vlas en *G. graminis* var. *tritici*-gerst (spruitkool-gerst) of triticale (triticale-witte klaver).

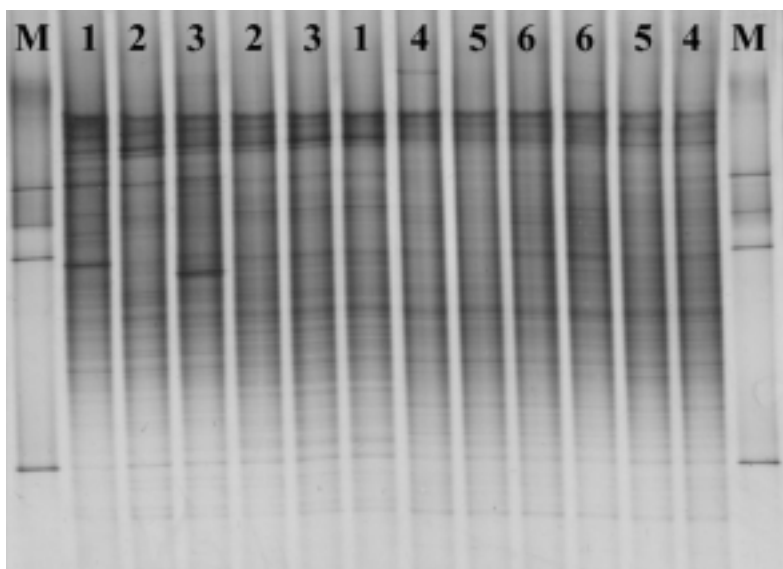
<sup>2</sup> Biotoetsen werden uitgevoerd met gronden van de locaties Achterberg en Wageningen Hoog (spruitkool-gerst) of met grond van de locatie Bornsesteeg Wageningen (triticale-klaver).

<sup>3</sup> Ziektescores zijn AUDPC's (oppervlakte onder de ziekte-voortschrijdingscurve) in de RS en FOL biotoetsen en gemiddelde ziekteklassen in de GGT biotoetsen.

<sup>4</sup> Verschillende letters achter de ziektescores geven binnen de kolom en binnen de gewascombinaties spruitkool-gerst of triticale-witte klaver significante verschillen aan (P=0,05).

## Resultaten uit de ziektevereringstoetsen

Het telen van een mengteelt blijkt de ziekteverendheid van gronden niet te verhogen (Tabel 1); integendeel, in de *F. oxysporum*-vlas biotoets is er significant meer ziekte in de met spruitkool-gerst beteelde grond dan in de grond waarop een monocultuur gerst werd geteeld. Ook in de biotoets



Figuur 2. Typisch voorbeeld van een bacterie DGGE-gel. Het gebruikte PCR-product is verkregen door amplificatie het 16S ribosomaal DNA (bacterie specifiek) extract van de mono- en mengculturen van spruitkool en gerst van twee verschillende locaties (Achterberg: 1 = spruitkool, 2 = gerst, 3 = spruitkool-gerst. Wageningen Hoog: 4 = spruitkool-gerst, 5 = gerst, 6 = spruitkool).

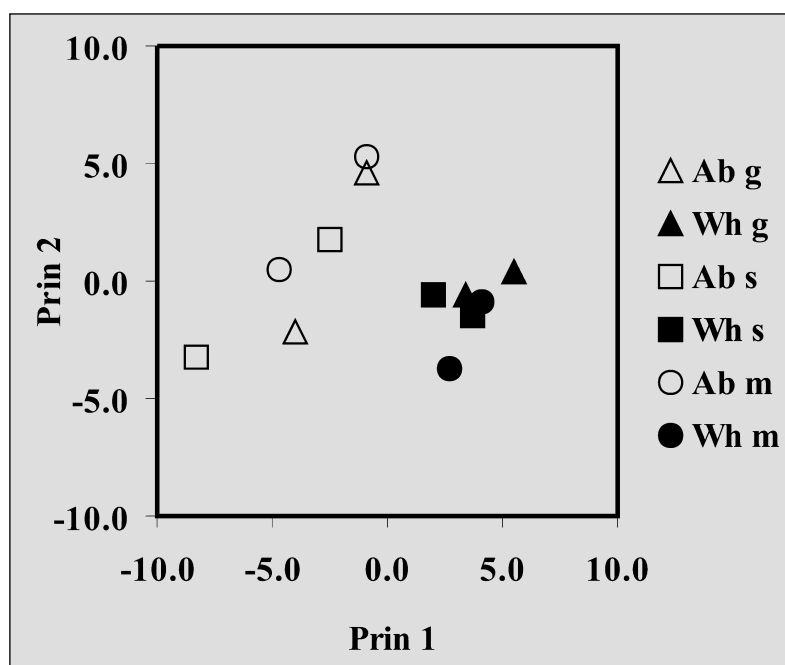
met *G. graminis* waren ziektescores het laagst (maar niet significant) op met gerst beteelde grond (Tabel 1). Analyse van alle biotoetsen met spruitkool/gerst-grond samen gaf aan dat ziekteverendheid van de alleen met gerst beteelde gronden significant hoger was ( $P < 0,01$ ) dan van gronden alleen beteelde met spruitkool. De ziekteverendheid van de met een mengteelt beteelde gronden was echter niet significant anders dan die van beide monoculturen. Tussen de grondmonsters van tritcale-witte klaver mono- en mengteelten werden geen significante verschillen in ziekteverendheid gevonden.

Analyse van de spruitkool-gerst en tritcale-witte klaver biotoetsen samen (monocotylen getest tegen dicotylen en de mengsels) liet zien dat gronden beteelde met monocotylen (grasachtigen) meer ziekteverend waren dan gronden beteelde met de dicotylen ( $P = 0,02$ ). De ziektevering van met mengsels beteelde gronden bleken niet significant te verschillen van monoculturen.

Verskil in ziekteverendheid van gronden beteelde met verschillende plantensoorten is eerder beschreven. Permanent met gras beteelde gronden bleken *R. solani* (AG 3)

meer te onderdrukken dan dezelfde gronden beteelde met maïs (Garbeva *et al.*, 2004). Het is opvallend dat ook in onze biotoetsen de gronden beteelde met grasachtigen (gerst) de laagste ziektescores vertonen (hoewel dit niet altijd significant was). Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat gewasresten (stro) van grasachtigen minder stikstof bevatten dan die van de andere gewassen. Verschillen in stikstofconcentratie in de bodem bleken echter gering te zijn en niet te zijn gerelateerd aan de ziektescores.

Van de spruitkool werd verwacht dat deze een fumigerend effect zou hebben in de bodem en daarmee het bodemleven (pathogenen, maar ook nuttige micro-organismen) aanzienlijk zou beïnvloeden zoals is aangetoond voor bijvoorbeeld nitrificerende bacteriën (Bending en Lincoln, 2000). Dit fenomeen werd echter niet waargenomen. Mogelijk werd dit veroorzaakt doordat de gebruikte cultivar (Maximus) een



Figuur 3. Principale componentenanalyse van de mate van samenhang tussen de microbiële gemeenschappen van de verschillende gronden die gebruikt zijn in de FOL-biotoets (spruitkool-gerst). Ab = locatie Achterberg, Wh = locatie Wageningen Hoog, g = gerst, s = spruitkool, m = mengteelt. De prin-1-as verklaart 33,6% en de prin-2-as 14,5% van de aanwezige variatie.

laag gehalte aan glucosinolaten bevat, welke verantwoordelijk zijn voor de fumigatieproducten (Drobnica *et al.*, 1967).

De ziekteverendheid in de met gerst beteelde gronden lijkt beter (alhoewel niet significant) te zijn dan die van met tritcale beteelde gronden en is mogelijk toe te schrijven aan het feit dat de tritcale op een andere locatie groeide waardoor biotische en abiotische eigenschappen van de grond de ziektevering kunnen hebben beïnvloed. Plant-specifieke invloeden kunnen echter ook niet worden uitgesloten. Triticale bevat hydroxamidezuren en gerst niet (samengevat in Niemeyer, 1988). De anti-microbiële werking van aanwezige hydroxamidezuren in gewasresten van tritcale beïnvloeden mogelijk de microbiële gemeenschap in de bodem, wat zou kunnen resulteren in minder ziektevering in met tritcale beteelde grond.

## Microbiële gemeenschappen

Afgaande op de resultaten van de ziekteverendheidstoetsen werden geen grote verschillen tussen de microbiële gemeenschappen (biodiversiteit) verwacht. De gemeten hoeveelheid vrijgekomen CO<sub>2</sub>, als maat voor microbiële activiteit in de bodem, bleek niet significant te verschillen tussen de mono- en mengteelten tritcale-witte klaver. De DGGE-patronen van zowel bacteriën als van schimmels verschilden weinig tussen de mono-

en mengteelten (Figuur 2). De locatie-specifieke eigenschappen overschaduwden het effect van de gewassen op de microbiële samenstelling buiten de rhizosfeer (Figuur 3). Shannon-Weaver indices, verkregen na analyse van PCR-DGGE microbiële populatieprofielen, leverden geen verschillen op tussen de verschillende gewasbehandelingen.

Ook de aanwezige dominante banden konden niet worden geselecteerd aan lagere ziektescores. De betere ziektevering in de met gerst beteelde gronden is dus waarschijnlijk veroorzaakt door andere groepen of factoren dan die door ons zichtbaar gemaakt konden worden met DGGE.

## Conclusies

Uit de resultaten valt op te maken dat de teelt van een menggewas niet noodzakelijk leidt tot een verhoging van de ziekteverendheid tegen pathogene bodemschimmels in een volgend gewas. Ziekteverendheid van de grond wordt echter wel beïnvloed door gewassen die er op worden geteeld en grasachtigen lijken een meer ziekteverende grond achter te laten dan de andere onderzochte dicotyle gewassen. Verschillen in ziektevering komen niet tot uitdrukking in PCR-DGGE analyses van algemene bacterie- en schimmelpopulaties in de grond. Lange-termijneffecten als de opbouw van organische stof door de grotere biomassa-productie in mengteelten zijn door ons niet onderzocht maar hebben mogelijk wel hun

weerslag op de microbiële gemeenschap en ziektevering. Onderdrukking van bodempathogenen in een mengteelt zelf is overigens een beschreven en werkend mechanisme door verdunning van 'aanbod' van de waardplant maar berust dus op andere principes dan die wij onderzocht hebben. Verder leidt mengteelt ook tot duidelijke vermindering van door de lucht verspreide plaaginsecten en schimmelziektes (samengevat door Wolfe, 1985).

## Referenties

- Bending, G.D., and Lincoln, S.D. 2000. Inhibition of soil nitrifying bacteria communities and their activities by glucosinolate hydrolysis products. *Soil Biology & Biochemistry* **32**:1261-1269.
- Burdon, J.J., and Chilvers, G.A. 1976. Epidemiology of pythium-induced damping-off in mixed species seedling stands. *Annals of Applied Biology* **82**:233-240.
- Drobnica, L., Zemanová, M., Nemec, P., Antos, K., Kristiá, P., Štullerová, A., Knopová, V., and Nemec, P. jr. 1967. Antifungal activity of isothiocyanates and related compounds. *Applied Microbiology* **15**:701-709.
- Garbeva, P., Veen, J.A. van, and Elsas, J.D. van 2004. Assessment of the diversity, antagonism towards *Rhizoctonia solani* AG3, of *Pseudomonas* species in soil from different agricultural regimes. *FEMS Microbiology Ecology* **47**:51-64.
- Gilbert, G.S., Handelsman, J., Parke, J.L. 1994. Root camouflage and disease control. *Phytopathology* **84**:222-225.
- Niemeyer, H.M. 1988. Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones), defence chemicals in *Gramineae*. *Phytochemistry* **27**:3349-3358.
- Wolfe, M.S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, **23**:251-273.
- Workneh, F., and Bruggen, A.H.C. van 1994. Microbial density, composition and diversity in organically and conventionally managed rhizosphere soil in relation to suppression of corky root of tomatoes. *Applied soil ecology* **1**:219-230.

# Bodemmicroflora werkt *Rhizoctonia solani* in suikerbiet tegen

Y. Bakker en J.H.M. Schneider

IRS, Van Konijnenburgweg 24, 4600 AA Bergen op Zoom, bakker@irs.nl

## Problematiek

Vrijwel alle bodems herbergen microflora zoals actinomyceten, bacteriën, schimmels, wieren en microfauna zoals protozoën, nematoden, regenwormen, springstaarten en mijten. Veel bodems herbergen ook *Rhizoctonia solani*. De schimmel kan lang overleven in de bodem als saprofyt van dode organische substraten of in dode geïnfecteerde plantweefsels of in de vorm van ruststructuren (sclerotia). *R. solani* AG 2-IIIB kan veel gewassen infecteren zoals onder andere maïs, lelie, wortel en suikerbiet. Typische symptomen van de ziekte in suikerbiet zijn kop- en wortelrot, lesies en het omvallen van planten. Zware aantasting leidt vaak tot suikeropbrengstderivingen, veel tarra bieten en problemen met de verwerking van de bieten. De ziekte is al sinds de jaren zeventig een probleem. Ongeveer 15% van het totale bietenareaal (100.000 ha) heeft problemen met rhizoctonia. Op alle grondtypen kunnen suikerbieten worden aangetast door *R. solani*, maar suikerbieten op zandgronden ondervinden de meeste hinder van *R. solani*. De ziekte door *R. solani* wordt gestimuleerd door de snelle opwarming van de zandgronden in het voorjaar. De ziekte komt pleksgewijs voor in het veld en kent een grillig verloop (Figuur 1).

De schade door *R. solani* in suikerbiet kan deels worden beperkt

door de inzet van partieel resistente rassen. Zaailingen van deze rassen zijn echter nog steeds gevoelig voor *R. solani* en bij voldoende infectiedruk kunnen resistente rassen ook worden aangetast. Teeltmaatregelen, zoals het zorgen voor een goede bodemstructuur, gewasrotatie met niet-waardplanten en onkruidbestrijding, kunnen de schade door *R. solani* ook enigszins beperken. Aanvullende milieuvriendelijke beheersingsstrategieën zijn nodig om rhizoctonia beter te beheersen. Het vermogen van een bodem om ziekte te onderdrukken, kan worden opgevat als één van de kenmerken van een gezonde bodem (Van Bruggen en Semenov, 1999).

## Bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia

Bodemweerbaarheid, pathogeenonderdrukkende gronden (Baker en Cook, 1974), bodeminoculum-potentiaal (Mitchell, 1979), bodemreceptiviteit (Alabouvette, 1982), ziekteverende gronden (Hornby, 1983) en bodemgezondheid (Van Bruggen en Semenov, 1999) zijn allemaal termen die aangeven dat het inoculumpotentiaal (Garrett, 1970) actief beïnvloed wordt door de abiotische en biotische bodemfactoren. Onder inoculumpotentiaal wordt volgens Garrett verstaan de energie die een pathogeen nodig heeft om te vestigen, te overleven, te groeien en te infecteren.



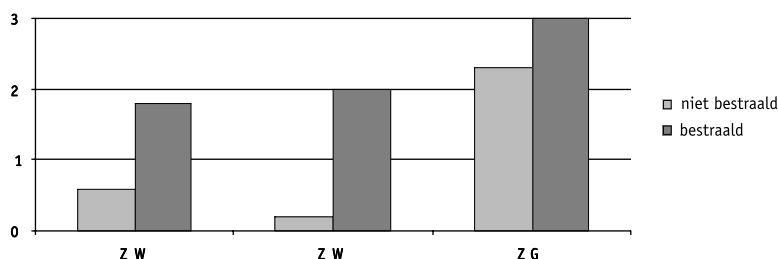
Figuur 1. Rhizoctonia-aantasting in een bietenperceel.



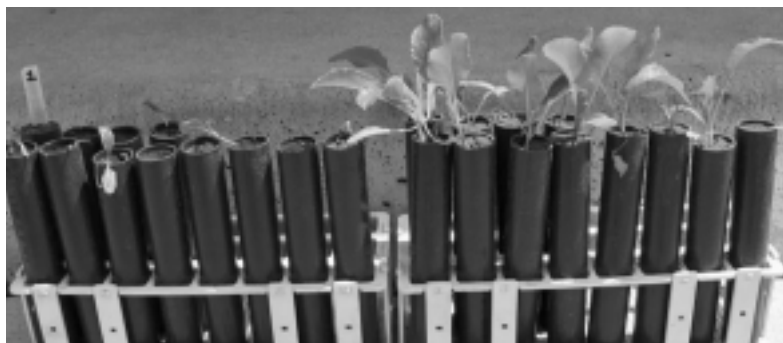
Er zijn bodems bekend die ziekte door *R. solani* AG 2-2IIIB kunnen onderdrukken. Deze bodems zijn onder andere gevonden in Japan (Hyakumachi en Ui, 1982) en in Nederland. In de literatuur zijn meerdere gronden beschreven die ziekten veroorzaakt door schimmels (Alabouvette, 1986) kunnen onderdrukken, maar ook gronden die ziekten door oömyceten (Knudsen, 2002), bacteriën (Shiomi *et al.*, 1999) en nematoden (Gao en Becker, 2002) kunnen onderdrukken. Er zijn zelfs bodems beschreven die onkruiden zouden kunnen onderdrukken door met teeltmaatregelen het microbiële bodemleven te beïnvloeden (Kremer en Li, 2003). In 2003 is op het IRS het project bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia in suikerbiet gestart. Het project is opgedeeld in drie aspecten; (1) ontrafelen van mechanismen die ten grondslag liggen aan de bodemweerbaarheid, (2) inzicht verwerven hoe deze mechanismen verspreid zijn in het veld (binnen en buiten ziekteplekken) en of deze mechanismen gedurende het gehele groeiseizoen aanwezig en actief zijn en (3) beïnvloeden van bodemweerbaarheid met behulp van teeltmaatregelen. In beginsel moeten eerst de achterliggende mechanismen van de bodemweerbaarheid ontrafeld worden.

## Mechanismen

Mechanismen die ten grondslag liggen aan de bodemweerbaarheid



Figuur 3. Effect van bestralen op ziektewerende gronden (ZW) en op ziektegeleidende grond (ZG). Ziekte-index van 0 betekent volledige ziektewerendheid. LSD (5%) = 0,9.



Figuur 2. Biotoeets op ziektewerendheid tegen *Rhizoctonia solani*. Ziektegeleidende grond (links) en ziektewerende grond (rechts) na toevoeging van *R. solani* inoculum.

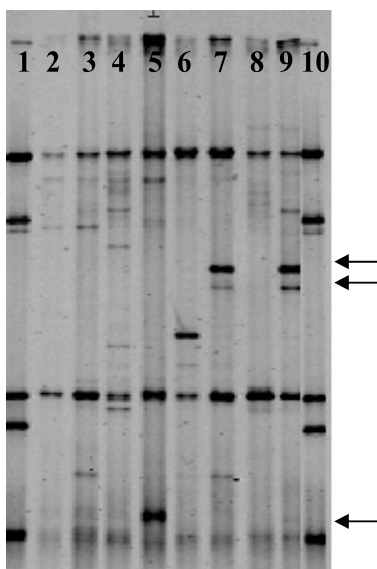
kunnen abiotisch en/of biotisch van aard zijn. Waterpotentiaal, bodemstructuur, zuurgraad, beschikbaarheid van nutriënten, organisch stof gehalte kunnen allemaal invloed hebben op de bodemweerbaarheid, maar er zijn weinig relaties echt goed beschreven tussen deze factoren en bodemweerbaarheid. Biotische mechanismen berusten vooral op de relatie tussen het microbiële bodemleven en het pathogeen. Er kan bijvoorbeeld competitie optreden tussen het microbiële bodemleven en het pathogeen om nutriënten en infectieplaatsen op de wortel (concurrentie). Het pathogeen zou geparasiteerd kunnen worden door bepaalde micro-organismen (parasitisme) of het pathogeen wordt geremd in zijn groei en ontwikkeling door de productie van toxische stoffen door micro-organismen (antibiose of fungistase). Minder virulente of avirulente schimmels of endofyten zouden de plant kunnen aanzetten tot afweermechanismen (geïnduceerde resistentie). De meeste studies

schrijven onderdrukking van rhizoctonia toe aan biotische mechanismen.

Voor het ontrafelen van mechanismen is het belangrijk dat de waargenomen bodemweerbaarheid in het veld gesimuleerd kan worden in een kasproef. Het IRS heeft een eenvoudige, robuuste biotoets ontwikkeld waarin bodems gediscrimineerd kunnen worden in hun vermogen om rhizoctonia te onderdrukken (Figuur 2).

## Bodemmicroflora actief tegen rhizoctonia

Het microbiële bodemleven blijkt een actieve rol te hebben in de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia in suikerbiet. Door het microbiële leven in bodems met verhoogde weerbaarheid tegen rhizoctonia met bestraling uit te schakelen, was het vermogen van deze bodems om rhizoctonia te weren sterk verminderd (Figuur 3). Een andere aanwijzing voor de rol van het microbiële bodemleven hebben we verkregen door 10% ziektewerende grond te mengen met bestraalde ziektegeleidende grond. Hierdoor kreeg de ziektegeleidende grond een vergelijkbaar vermogen om rhizoctonia te weren als de ziektewerende grond. Indien ziekteweren-



**Figuur 4.** DGGE bandenpatroon van schimmels in een ziektegeleidende grond zonder (laan 2) en met (laan 3) toevoeging van *Rhizoctonia solani* inoculum aan de grond en van schimmels in drie ziekteverende gronden zonder (lanen 4, 6 en 8) en met (lanen 5, 7 en 9) toevoeging van *r. solani* inoculum. De marker (lanen 1 en 10) bestaat uit *Alternaria*, *Humicola*, *Trichoderma*, *Fusarium* en *Rhizoctonia*.

de gronden lang bewaard werden, verminderde het vermogen van de bodem om rhizoctonia te weren. De weerbaarheid kon weer opgewekt worden door opnieuw *R. solani* aan de grond toe te voegen en suikerbiet te zaaien.

De vraag is welke micro-organismen voor de bodemweerbaarheid zorgen en vooral hoe doen zij dat? Door ziekteverende gronden verschillende warmtebehandelingen te geven, kan het microbieel leven selectief uitgeschakeld worden. Bij 50°C gaan al veel schimmels en niet-sporenvormende bacteriën verloren, terwijl sporenvormende micro-organismen nog 80°C kunnen overleven. De bodemweerbaarheid verminderde al statistisch significant wanneer grondmonsters 50°C verwarmd werden.

## Kweekbare micro-organismen

Micro-organismen uit ziekteverende en ziektegeleidende gronden zijn opgekweekt op selectieve kweekmedia om inzicht te krijgen of er verschillen zijn in de omvang van microbiële groepen tussen ziekteverende gronden en ziektegeleidende gronden. Over het algemeen werden er meer bacteriën, zoals pseudomonaden, actinomyceten, hitte resistente soorten, geïsoleerd uit ziekteverende gronden dan uit ziektegeleidende gronden. Binnen de kweekbare populatie van micro-organismen was een aantal micro-organismen (schimmels/bacteriën) antagonistisch tegen *R. solani* in het laboratorium. Deze antagonistische micro-organismen worden getoetst in kasproeven om te bepalen of deze micro-organismen correleren met bodemweerbaarheid.

## Niet – kweekbare micro-organismen

Een groot deel van het microbieel leven is niet te kweken onder laboratoriumcondities. Dit probleem wordt ondervangen door gebruik te maken van de moleculaire techniek, PCR-DGGE (denaturerende gradiënt gel electrophoresis). Deze techniek maakt het mogelijk om in één grondmonster meerdere micro-organismen tegelijkertijd te detecteren. De eerste resultaten laten verschillen in bodemmicroflora zien tussen ziekteverende en ziektegeleidende gronden (Figuur 4).

## In de grond of op de wortels?

Gronden met verhoogde weerbaarheid bleken niet alleen het parasitaire vermogen van *R. solani* te beïnvloeden, maar ook het com-

petitief saprofytisch vermogen (CSV) van de schimmel. Het CSV is het vermogen van een schimmel om dode substraten te koloniseren te midden van andere micro-organismen. Het CSV wordt bepaald door intrinsieke eigenschappen van de schimmel en het inoculum van de schimmel, maar ook door het inoculumpotentiaal van concurrerende micro-organismen. In ziekteverende gronden werden statistisch significant minder dode substraten door *R. solani* gekoloniseerd dan in ziektegeleidende grond. Bovendien was *R. solani* vooral in staat om dode substraten in ziekteverende gronden te koloniseren bij hoge dichtheden van de schimmel. Het lijkt erop dat er competitieve micro-organismen, wellicht hyperparasieten, aanwezig zijn in ziekteverende gronden die ervoor zorgen dat *R. solani* minder substraten kan koloniseren. Het inoculumpotentiaal van *R. solani* wordt dus al in afwezigheid van de plant beïnvloed.

## Perspectief

Een biotoets die kan voorspellen of een grond ziekteverend of ziektegeleidend zal reageren op de aanwezigheid van *R. solani* zal onderdeel zijn van een model ter voorspelling op het optreden van rhizoctonia. Daarnaast is inzicht in welke micro-organismen een bijdrage leveren aan een gezonde bodem en de dynamiek van deze micro-organismen van belang voor de ontwikkeling van moderne detectietechnieken voor bodemweerbaarheid (DNA chip). Met behulp van kennis over de beïnvloedbaarheid van de bodemweerbaarheid kan een teler met teeltmaatregelen of met behandeld zaad met antagonistische micro-organismen misschien de weerbaarheid verhogen. Uiteindelijk gaat er een advies naar de teler om de schade op rhizoctonia verder te voorkomen of te beperken.

## Referenties

- Alabouvette, C., Couteaudier, Y. and Louvet, J., 1982. Comparaison de la réceptivité de différents sols et substrats de culture aux fusarioses vasculaires. *Agronomie* **2**: 1-6.
- Alabouvette, C., 1986. Fusarium wilt-suppressive soils from the Chateaufort region: review of a 10-year study. *Agronomie* **6**: 273-284.
- Baker, K.F. en Cook, R.J., 1974. Biological control of plant pathogens. W.H. Freeman, San Francisco, 433 pp.
- Bruggen, A.H.C. van en Semenov, A.M., 1999. A new approach to the search for indicators of root disease suppression. *Australian Plant Pathology* **28**:4-10.
- Gao, X. en Becker, J.O., 2002. Population development of both sexes of *Heterodera schachtii* is diminished in a beet cyst nematode-suppressive soil. *Biological control* **25**:187-194.
- Garrett, S.D., 1970. Pathogenic root-infecting fungi. Cambridge University Press. London, New York. 294.
- Hornby, D., 1983. Suppressive soils. *Annual Review Phytopathology* **21**:65-85.
- Hyakumachi, M. en Ui, T., 1982. The role of the overwintered plant debris and sclerotia as inoculum in the field occurred with sugarbeet root rot. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* **48**: 628-633.
- Knudsen, I.M.B., Larsen, K.M., Jensen, D.F. en Hockenhull J., 2002. Potential suppressiveness of different field soils to *Pythium* damping-off of sugar beet. *Applied Soil Ecology* **21**:119-129.
- Kremer, R.J. en Li, J., 2003. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. *Soil & Tillage Research* **72**:193-202.
- Mitchell, J.E., 1979. The dynamics of inoculum potential of populations of soil-borne plant pathogens in soil ecosystems, p 3-20. In: B. Schippers and W. Gams (Eds). *Soil-borne plant pathogens*. Academic Press, New York, London.
- Shiomi, Y., Nishiyama, M., Onizuka, T., Marumoto, T., 1999. Comparison of bacterial community structures in the rhizosphere of tomato plants grown in soils suppressive and conducive towards bacterial wilt. *Applied and Environmental Microbiology* **65**: 3996-4001.

# Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool

J. Postma en M.T. Schilder

Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, E-mail: joeke.postma@wur.nl

***Rhizoctonia solani* is een algemeen voorkomende bodemschimmel die bij diverse gewassen schade veroorzaakt. Dit pathogeen is moeilijk te bestrijden vanwege zijn goede overleving in de bodem. Bovendien kunnen geringe hoeveelheden van het pathogeen onder gunstige omstandigheden het gewas reeds ernstige schade toebrengen. De mate van schade is slecht te voorspellen. Het is gebleken dat onder bepaalde omstandigheden een hoge bodemweerbaarheid tegen *rhizoctonia* kan ontstaan.**

**Om meer inzicht te krijgen in het vóórkomen van bodemweerbaarheid en maatregelen die bodemweerbaarheid stimuleren, is hiernaar onderzoek gedaan bij *R. solani* AG 2-1 in bloemkool (Figuur 1). In dit artikel zullen de belangrijkste bevindingen van dat onderzoek worden beschreven.**

## **Bodemweerbaarheid meten**

Voor het bepalen van de bodemweerbaarheid, wordt grond kunstmatig geïnfecteerd met een standaard isolaat van het pathogeen. Vervolgens wordt de symptoomontwikkeling gevolgd in de tijd. Hierbij wordt gekeken naar de verspreiding van de aantasting, of naar de aantallen gezonde planten (Figuur 2). Dergelijke toetsen worden onder zo geconditioneerd mogelijke omstandigheden uitgevoerd.

## **Papiercellulose**

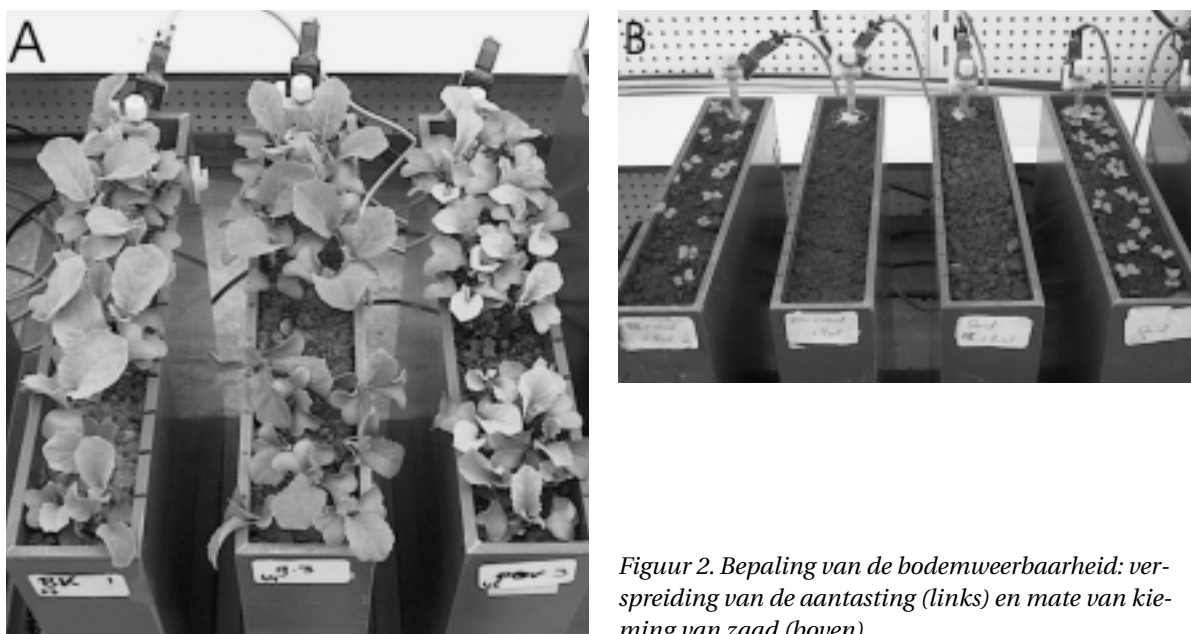
Toevoeging van papiercellulose aan de bodem kan de bodemweerbaarheid verhogen. Dit bleek uit proeven die waren uitgevoerd zowel in de kas als in het veld in samenwerking met PPO-agv. Voor de ontwikkeling van de bodemweer-

baarheid is enige tijd nodig, met andere woorden papiercellulose moet enkele weken tot maanden

voor een teelt in de bodem worden aangebracht. Indien papiercellulose (of andere koolstofhoudende producten) vlak voor de plant- of zaaidatum door de grond wordt gemengd, is de bodemweerbaarheid nog niet opgebouwd maar wordt wel *rhizoctonia* gestimuleerd als die in het veld aanwezig is. Dit kan tot gevolg hebben dat juist meer bloemkoolplanten wegvallen door natuurlijk aanwezige *R. solani*. Papiercellulose heeft dus effect op zowel de bodemweerbaarheid als op de infectiedruk van *R. solani*. Het tijdstip van toediening bepaalt het uiteindelijke resultaat.



*Figuur 1. Twaalf weken oude bloemkoolplantjes met Rhizoctonia solani symptomen onderaan de stengels.*



Figuur 2. Bepaling van de bodemweerbaarheid: verspreiding van de aantasting (links) en mate van kieming van zaad (boven).

## Organische meststoffen

Er zijn diverse proeven uitgevoerd met het toevoegen van compost of organische mest. Hoewel de bodemweerbaarheid soms verhoogd werd door dergelijke toevoegingen, waren de effecten zeer wisselend en bovendien niet voorspelbaar. Het is daarom nog niet mogelijk om ten aanzien van stimulering van bodemweerbaarheid met organische stof toedieningen betrouwbaar te adviseren.

## Ziektewerende grond

Tijdens veldproeven te Zwaagdijk bleek dat ondanks de aanwezigheid van *R. solani* AG 2-1 in de bodem, toch weinig aantasting in de bloemkool ontstond. Op dit perceel was al vele jaren achtereenvolgende bloemkool geteeld. Omdat het vermoeden bestond dat deze grond een sterke bodemweerbaarheid had, zijn verschillende bodemweerbaarheidstoetsen uitgevoerd (zie Figuur 2). Het resultaat was dat het Zwaagdijk-perceel en nog acht andere percelen met een lange bloemkoolhistorie ziekteverend waren, terwijl percelen zon-

der bloemkool (perengrond [= grond uit een perenboomgaard] en grasland) een snelle ziekteverspreiding en een lage opkomst van zaden liet zien. Het verschil tussen de ziekteverende grond van Zwaagdijk en de ziektegeleidende perengrond was ook zeer goed zichtbaar indien bloemkoolplanten in besmette gronden geplant werden (zie Figuur 3).

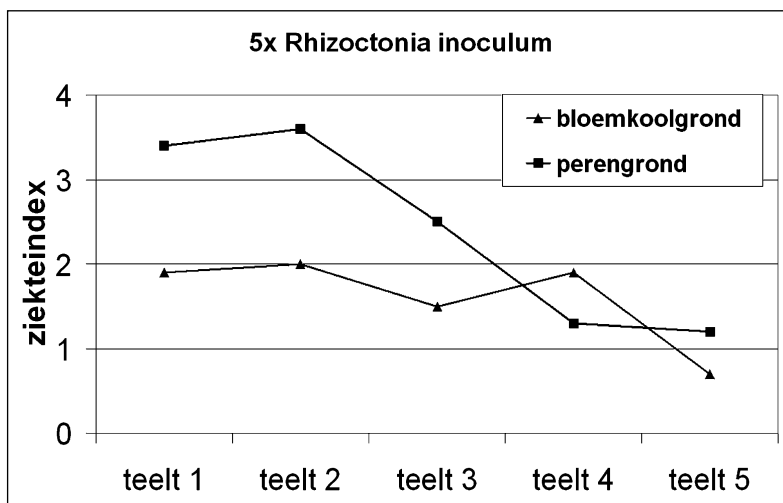
De bodemweerbaarheid bleek een zekere specificiteit te hebben: de bloemkoolgrond was niet ziekteverend ten aanzien van *R. solani* AG 3 in aardappel, maar wel ziekteverend tegen AG 2-IIIB in suikerbiet.

## *Rhizoctonia decline*

Voor vele bodempathogenen is gewasrotatie een belangrijke maatregel om schade te beperken. Door een ruime rotatie met niet-waardgewassen, sterft het inoculum in de bodem langzaam af tot een niveau dat onder de schade drempel ligt. Er zijn echter ook uitzonderingen op deze regel. Het bekendste voorbeeld hiervan is "Take-all decline", waarbij schade door *Gaeumannomyces graminis* terugloopt indien diverse jaren achtereenvolgende graan verbouwd wordt.



Figuur 3. Bloemkool geteeld op een ziekteverende grond (links) en een gevoelige grond (rechts) waaraan gelijke hoeveelheden *Rhizoctonia solani* AG 2-1 zijn toegevoegd.



Figuur 4. *Rhizoctonia*-decline in een ziektegeleidende perengrond als gevolg van vijf opeenvolgende teelten met herhaaldelijke *rhizoctonia* toevoegingen.

Het feit dat de Zwaagdijkgrond met een lange bloemkoolhistorie een hoge bodemweerbaarheid bleek te hebben, roept de vraag op of dit inderdaad het gevolg is van een continue teelt bloemkool. Er is daarom een kasexperiment uitgevoerd met de ziekteverende bloemkoolgrond en een naburige ziektegevoelige perengrond. De gronden zijn aan vijf teeltcycli onderworpen: vijf maal beteelt met bloemkool of braak gehouden en één of vijf maal met *rhizoctonia* besmet. De ontwikkeling van de aantasting is in alle teeltcycli gevolgd en na de vijfde teelt werden alle behandelingen getoetst op hun bodemweerbaarheid.

De resultaten uit deze proef waren verrassend: in de ziektegeleidende perengrond nam de bodemweerbaarheid toe in de behandeling met vijf bloemkoolteelten die tijdens elke teelt met *R. solani* waren besmet. Ook bij de bloemkoolgrond was de continue toevoeging van *R. solani* belangrijk voor het in stand houden van een hoge bodemweerbaarheid.

Met bovenstaande proeven hebben we voor het eerst in Nederland aangetoond dat de bodemweerbaarheid tegen *R. solani* bij continue teelt bloemkool toeneemt en dat ondanks aanwezigheid van het patho-

geen in het veld de schade hierdoor over het algemeen gering blijft.

## Rol van micro-organismen in de bodem

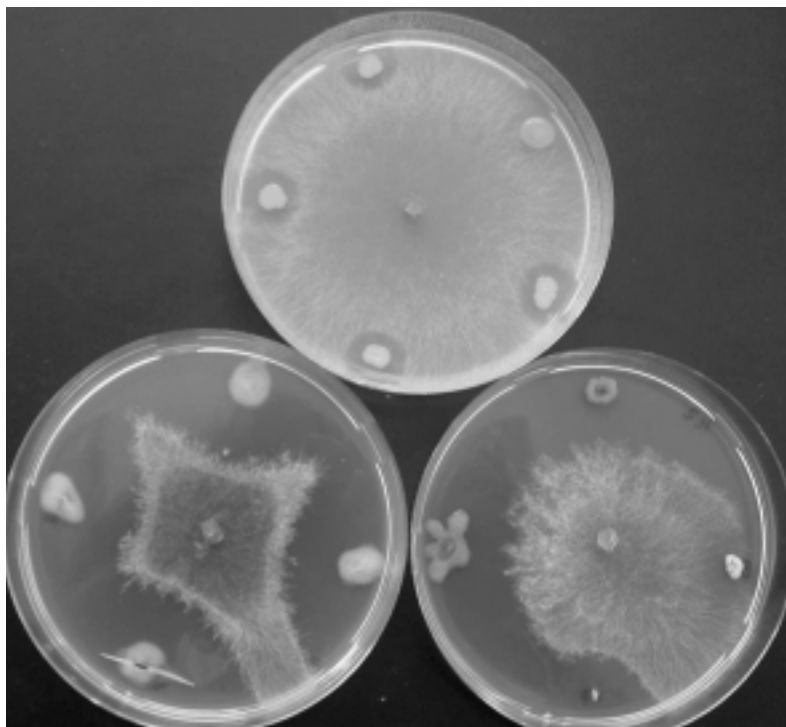
Micro-organismen spelen een belangrijke rol bij de bodemweer-

baarheid, omdat gesteriliseerde grond een geringe bodemweerbaarheid heeft. Bovendien herstelt de bodemweerbaarheid in gesteriliseerde grond zich grotendeels door toevoeging van 10% ziekteverende grond.

*Verticillium biguttatum*, een bekende mycoparasiet van *rhizoctonia*, werd in geen van de gronden gevonden. Ook de aanwezigheid van andere mycoparasieten konden de bodemweerbaarheid niet verklaren. Wel correleerde een hogere bodemweerbaarheid met grotere aantallen Streptomyceten en met meer schimmelgroeiremmende bacteriën in de bodem (zie Figuur 5).

## Perspectief voor de praktijk

Het feit dat de aanwezigheid van *R. solani* in de bodem geen garantie is voor aantasting, geeft aan dat detectie van bodemweerbaarheid minstens zo belangrijk is als de detectie van het pathogeen. Bodemweerbaarheid kan voorlopig alleen



Figuur 5. Remming van de groei van *Rhizoctonia solani* door verschillende typen bodembacteriën.

betrouwbaar gemeten worden in biotoetsen die onder geconditioneerde omstandigheden worden uitgevoerd. Hierbij is het meten van de snelheid van verspreiding van rhizoctonia symptomen de meest gevoelige methodiek.

Het bestaan van bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia is een belangrijk gegeven waar telers rekening mee kunnen houden. Het zal duidelijk zijn dat rigoureuze verstoringen en ontsmettingsmethoden ongunstig zijn voor de bo-

demweerbaarheid, omdat deze het gevolg is van levende organismen in de bodem. Toevoeging van organische materialen kan de bodemweerbaarheid stimuleren, maar het is nog niet mogelijk om eenduidige adviezen te geven. Continue teelt van bloemkool en de aanwezigheid van het pathogeen kunnen de bodemweerbaarheid verhogen. Dus bloemkooltelers die niet te veel problemen met andere aantastingen hebben, kunnen gewoon continu bloemkool blijven telen, ook al hebben ze eens een

teelt wat meer rhizoctonia aantasting.

Indien de organismen die bij bodemweerbaarheid betrokken zijn bekend zijn, kunnen deze organismen gericht gestimuleerd worden of eventueel zelfs worden toegevoegd. Bovendien kan dan de aanwezigheid of activiteit van dergelijke organismen gemeten worden, wat uiteindelijk een sneller en goedkoper detectiesysteem van ziekteverende bodems tot gevolg zal hebben.

ARTIKEL

# Compostonderzoek aan de leerstoelgroep Biologische bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit

Wim Blok, Etienne van Rijn, Aad Termorshuizen en Dine Volker

Biologische bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit, Marijkeweg 22, 6709 PG Wageningen

## ARTIKEL

Onderzoek naar de fytopathologische aspecten van composteren en composttoepassing is ter hand genomen door Gerrit Bollen van de vakgroep Fytopathologie. Zijn opvolgers Wim Blok en Aad Termorshuizen hebben deze onderzoekslijn voortgezet en uitgebouwd. Belangrijke redenen om te composteren zijn stabilisatie van organisch materiaal (verse organische stof stimuleert opportunistische plantenpathogenen zoals *Rhizoctonia solani* en *Pythium*-soorten), verkleining van de te transporteren hoeveelheid materiaal en doding van plantenpathogenen (Termorshuizen *et al.*, 2004). In ons compostonderzoek richten we ons op twee aspecten: de afdoding van pathogenen en verhoging van de ziekteverendheid van substraten door composttoediening.

**Fytosanitatie.** In de meeste gevallen zal het te composteren materiaal in zekere mate besmet zijn met pathogenen. De vraag is om welke organismen het gaat, welke risico's hun voorkomen met zich meebrengt en welke technieken deze risico's kunnen minimaliseren.

Hoewel de compostsector er naar streeft, kan nooit gegarandeerd worden dat een compost vrij is van plantenpathogenen. Deze 100%-garantie is lange tijd een eis geweest voor het RHP-keurmerk voor potgronden, waardoor toe-

passing van compost in potgrond voor de professionele sector werd geremd. Inmiddels is het in brede kring duidelijk geworden dat het eisen van een volledige garantie niet reëel is maar dat we toe moe-

ten naar een werkwijze waarbij het risico op het verspreiden van pathogenen met compost wordt ingeperkt tot een aanvaardbaar niveau. De compostingscondities waaronder doding van pathoge-

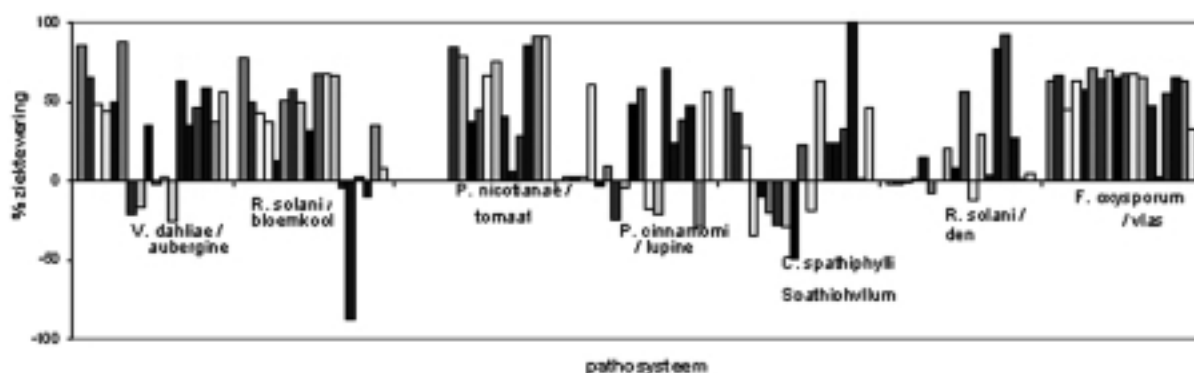
### Waarom wordt compost gebruikt in de land- en tuinbouw?

Compost is gestabiliseerde organische stof en is als zodanig een product waarmee op effectieve wijze de voorraad organische stof in de bodem kan worden aangevuld of verhoogd. Het gehalte aan organische stof in Nederlandse landbouwbodems is de laatste decennia afgenomen door de overgang naar nauwere rotaties, met gewassen die slechts in beperkte mate bijdragen tot het op peil houden van het organisch-stofgehalte en door het gebruik van kunstmest in plaats van dierlijke mest als voedselbron voor planten. De organische stof in de bodem is van belang voor zowel fysieke, chemische als biologische aspecten van de bodemkwaliteit. Zo is de hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof onder andere van belang voor een actief bodemleven, de bodemstructuur, het watervasthoudend vermogen en de doorwortelbaarheid.

Naast de bijdrage aan het op peil houden van de voorraad organische stof heeft toepassing van compost ook als positief effect dat veel bodemgebonden plantenpathogenen onderdrukt worden, door een veranderde samenstelling of een verhoogde activiteit van bodemmicro-organismen (specifieke antagonisten en verhoogde competitie door de algemene microflora), of door verhoogde resistente van de plant (geïnduceerde resistente).

In de tuinbouw dient compost ter (gedeeltelijke) vervanging van veen in potgrondmengsels. Dit is gewenst, want ten gevolge van de veenwinning gaat waardevolle natuur verloren en neemt de CO<sub>2</sub>-emissie toe (na de ontwatering en de oogst wordt veen geleidelijk afgebroken). De ziekteverende werking van compost is vooral bekend van veen/compost-mengsels, omdat veen een substraat is dat zelf niet of nauwelijks enige ziekteverende werking bezit.





Figuur 1. De ziektewerendheid van 7 pathogenen tegen 18 composten (balkjes met diverse grijs tinten): in compost/veenmengsels: *Verticillium dahliae* / aubergine, *Rhizoctonia solani* / bloemkool, *P. nicotianae* / tomaat (niet onderzocht voor de eerste 6 composten), *Phytophthora cinnamomi* / lupine en *Cylindrocladium spathiphylli* / *Spathiphyllum* en in compost/leemgrondmengsels: *Rhizoctonia solani* / kiemplanten van den (*Pinus sylvestris*) en *Fusarium oxysporum* f.sp. lini / vlas. De 18 composten staan steeds gerangschikt per pathosysteem in dezelfde volgorde. Een negatieve ziektevering betekent ziektestimulering (ten opzichte van de behandeling zonder compost).

nen worden bereikt zijn voor de meeste pathogenen inmiddels voldoende bekend. We weten dat bij compostering bij minimaal 60°C gedurende een week de afdoding van pathogenen voldoende is. Deze condities zijn voor de composteerders vrij eenvoudig te halen. Het is problematischer om te garanderen dat de *gehele* composthoop die temperatuur bereikt en dat de compost niet herbesmet wordt door machines. Dit kan gecontroleerd worden door composteerinrichtingen regelmatig door te lichten voor wat betreft hygiëne en procedures.

De ervaring wijst uit dat er zich tot op dit moment in de praktijk vrijwel geen situaties voordoen waarin compost een belangrijke bron van besmetting met pathogenen is. De pathogenen die potentieel grote problemen zouden kunnen veroorzaken zijn met name de quarantainepathogenen en enkele plantenpathogenen die in staat zijn om onder de gangbare composteercondities te overleven. De quarantainepathogenen verdienen aandacht omdat een eventueel optreden van deze pathogenen grote negatieve gevolgen heeft en dus zoveel mogelijk dient te worden voorkomen. Voor de compostsector leveren quarantainepathogenen echter geen problemen op

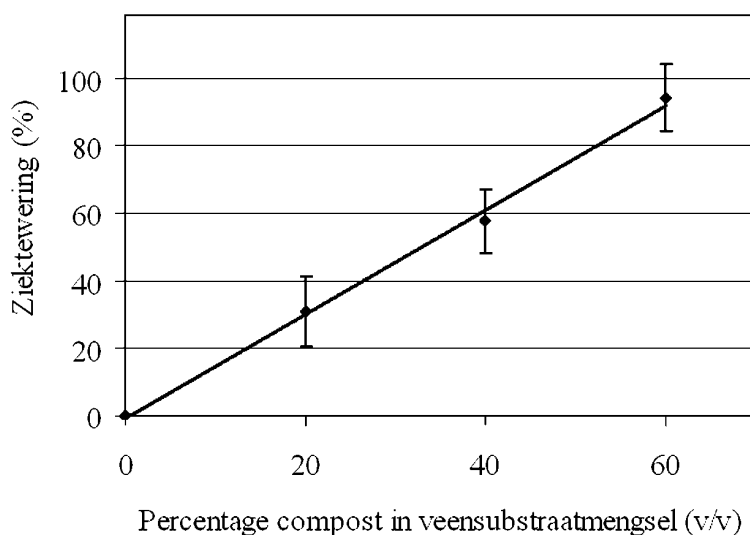
omdat organische reststoffen die mogelijk hiermee besmet zijn niet ter compostering aangeboden mogen worden. Voor de plantenpathogenen met afwijkende overlevingseigenschappen geldt dat het hier gaat om pathogenen die zeldzaam zijn, waardoor de kans op het voorkomen van een besmetting in het te composteren materiaal zeer gering is, zoals eenvoudige berekeningen en redeneringen leren (Termorshuizen *et al.*, 2005a). Een voorbeeld is het Tabaksmozaïekvirus (TMV). TMV komt praktisch niet voor in de Nederlandse land- en tuinbouw, maar is daarentegen wel algemeen in de tabak die gerookt wordt. TMV kan compostering redelijk goed doorstaan, maar door zijn zeldzaamheid is TMV in compost nog nooit een probleem geweest. Rookwaar vormt daarentegen een veel belangrijker infectierisico.

Sinds kort zijn ook de humaanpathogenen aan het lijstje van risicopathogenen toegevoegd. Mest en kadavers van vee vormen een potentiële infectiebron voor deze groep. Kadavers van vee mogen in Nederland niet gecomposteerd worden maar worden bij hoge temperaturen verbrand. Mest is vaak besmet met o.a. *Salmonella*-soorten. Deze hebben een vrij lage dodingstemperatuur, wat betekent

dat composteren van mest een afdoende behandeling zou zijn. Een discussie over het eventueel verplicht stellen van het composteren van mest is wellicht nog relevanter voor het inperken van de risico's van overdracht van humaanpathogene *Escherichia coli*, omdat het aantal ziekteuitbraken ten gevolge van besmetting met deze bacterie toeneemt. Tenslotte verdient de potentiële herbesmetting van composthoopen door vogels enige aandacht.

Onze activiteiten bestaan uit *ad hoc* advisering over specifieke problemen (bijvoorbeeld. *Polymyxa betae*, van Rijn *et al.*, 2005) en onderzoek naar indicatoren voor fytosanitair correct gecomposteerde organische reststoffen en naar het mechanisme van doding van plantenpathogenen (Termorshuizen *et al.*, 2003). In het verleden werden als indicatoren plantenpathogenen gebruikt (bijvoorbeeld. *Polymyxa betae*, de veroorzaker van rhizomanie bij suikerbiet), maar bij de interpretatie was dan altijd problematisch dat niet duidelijk was of en in welke mate het pathogeen al aanwezig was in het uitgangsmateriaal.

Onderdrukking van bodempathogenen. Onderdrukking van bodempathogenen is aangetoond in



Figuur 2. De relatie tussen de mate van ziektevering en de hoeveelheid compost (gecomposteerde, natgezeefd gft-afval) voor vier biotoetsen met het pathosysteem *Pythium ultimum* - komkommer ( $R^2 = 0,997$ ).

met name teeltsystemen met veensubstraat verrijkt met compost. Het overheersende mechanisme van ziektevering is toegenomen competitie om voedingsstoffen. Ook specifieke mechanismen zijn bekend, waarvan mycoparasitisme door de antagonist *Trichoderma* (diverse soorten) wel de meest bekende is. Momenteel staat door compost geïnduceerde ziektevering tegen bovengrondse pathogenen ook sterk in de belangstelling.

Regelmatig wordt melding gemaakt van 'de' ziekteverendheid van compost. Deze wijze van uitdrukken is echter niet correct. De mate van ziektevering wordt immers, naast de eigenschappen van de compost, ook sterk bepaald door het medium waar de compost aan wordt toegediend en, uiteraard, door het pathogeen. Zo blijkt uit een EU-onderzoek waaraan wij deelnemen dat er een duidelijke interactie is tussen compost en pathogeen-waarplant-combinatie (Figuur 1) (Termorshuizen *et al.*, 2005b). Een voorbeeld: *Rhizoctonia solani* getest op bloemkool in veensubstraat gedraagt zich opmerkelijk anders dan dezelfde schimmel (dezelfde anastomosegroep maar wel een ander isolaat) getest op kiemplan-

ten van grove den in leemgrond. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat geen enkele compost significante ziektevering geeft tegen alle pathogenen. Toch laten de resultaten zien dat toepassing van compost loont: in 54% van de gevallen is er significante ziektevering en slechts in een enkel geval (3%) is er sprake van significante bevordering van de ziekte.

Het blijkt lastig te zijn om compostparameters te vinden die de mate van ziektevering voorspellen voor substraten waarin deze compost wordt toegepast. Dit geldt ook voor parameters die aan de compost/substraatmengsels worden bepaald. Met andere woorden: de precieze mechanismen die verantwoordelijk zijn voor ziektevering zijn nog grotendeels onbekend, ondanks het vele onderzoek dat er internationaal aan verricht is. Competitie is waarschijnlijk wel een belangrijk mechanisme is, en regelmatig vinden we dat microbiële activiteit (gemeten als respiratie) goed gecorreleerd is met ziektevering, maar de vraag is waarvoor competitie geleverd wordt en hoe deze competitieprocessen spatiotemporeel verlopen: normaliter is er in grond op een bepaalde plek slechts gedurende korte tijd ergens competitie om,

totdat een andere factor beperkend in het minimum is. Deze dynamiek is nog maar slecht begrepen en meer kennis is nodig om tot een voldoende nauwkeurige voorspelling van de ziektevering te komen.

De problemen bij het vinden van een mechanisme ter verklaring van ziektevering komen wellicht voort uit het feit dat compost een product is dat zeer variabel van samenstelling is en dat het niet onwaarschijnlijk is dat verscheidene mechanismen tegelijk spelen. We onderzoeken of het werken met een homogener compostproduct, door fractionering, ons meer inzicht geeft in het mechanisme en leidt tot verhoging van de ziektevering. Op dit moment werken we in dit verband aan twee benaderingen:

1. Een modelmatige benadering, in samenwerking met de leerstoelgroep Milieutechnologie (WU), waarbij het belang van deeltjesgrootte van de compost onderzocht wordt. De diffusie van voedingsstoffen als functie van de omvang en stabiliteit van een compostdeeltje, en de uitputting daarvan in de tijd wordt onderzocht. Een publicatie is in voorbereiding (Hamelers *et al.*, 2005).
2. Een praktische benadering, waarbij het materiaal voor het composteren nat wordt gezeefd. Hierdoor neemt het organisch-stofgehalte toe en het zoutgehalte af. Van deze compost kan meer worden toegediend zonder dat er fytotoxiciteit optreedt. Er bleek een sterke correlatie te zijn tussen de hoeveelheid compost in veenmengsels en de mate van ziektevering in een *Pythium ultimum*/komkommer-systeem (Figuur 2) (Veeken *et al.*, 2005). In een andere studie werd onderzocht of door natzeven gescheiden compostfracties (1-2 en 2-4 mm) verschillen in ziektevering. Er bleken inderdaad grote verschillen te bestaan, ge-

test voor twee verschillende groencomposten, waarbij de fractie 2-4 mm significant meer ziektevering gaf in compost/veensubstraatmengsels dan de fractie 1-2 mm tegen drie pathogenen: de schimmels *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini* en *Phytophthora cinnamomi* en de nematode *Meloidogyne hapla* (Lozano *et al.*, 2005). Daarnaast richten we ons onderzoek op vollegrondstoepassing van compost en op de mogelijkheid om door composttoediening koolstof voor langere tijd vast te leggen.

## Referenties

- Gaag, D.J., Rijn, E. van, A.J. Termorshuizen. 2004. Disease suppression in potting mixes amended with Dutch yard waste composts. *Bull. OILB/SROP* **27**: 291-295.
- Hamelers, H.V.M., Veeken, A.H.M. van der, Blok, W.J., Termorshuizen, A.J. In prep., 2005. General diseases suppression in compost-amended substrates: a particle phenomenon. To be submitted to *Soil Biol. Biochem.*
- Lozano, J., Termorshuizen, A.J., Blok, W.J. In prep., 2005. Compost particle size determines suppression of three plant diseases. To be submitted to *Biol. Fert. Soils.*
- Rijn, E. van, Termorshuizen, A.J. In prep., 2005. Inactivation of *Polymyxa betae* during composting. To be submitted to *Compost Sci. Util.*
- Termorshuizen, A.J., Volker, D., Blok, W.J., ten Brummeler, E., Hartog, B.J., Janse, J.D., Knol, W., Wenneker, M. 2003. Survival of human and plant pathogens during anaerobic mesophilic digestion of vegetable, fruit, and garden waste. *European Journal of Soil Biology* **39**: 165-171.
- Termorshuizen, A.J., Moolenaar, S.W., Veeken, A.H.M., Blok, W.J. 2004. The value of compost. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* **3**: 343-347.
- Termorshuizen, A.J., Rijn, E. van, Blok, W.J. 2005a. Quantifying phytohygienic risks of compost application in agriculture. *Compost Science and Utilization* **13**: 108-115.
- Termorshuizen, A.J., van Rijn, E., van der Gaag, D.J., Chen, Y., Lagerlöf, J., Paplomatas, E.J., Rämert, B., Steinberg, C., Zmora, S. Submitted, 2005b. Disease suppression of 18 composts against 7 pathogens. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Veeken, A.H.M. van der, Blok, W.J., Curci, F., Coenen, G.C.M., Termorshuizen, A.J., Hamelers, H.V.M. In press, 2005. Improving quality of composted biowaste to enhance disease suppressiveness of compost-amended, peat-based potting mixes. *Soil Biol. Biochem.*

# Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt

Gera van Os, Jeroen Wijnker en Jan van der Bent

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Bloembollen, Postbus 85, 2160 AB Lisse, Email: gera.vanos@wur.nl

Een aanzienlijk deel van de voorjaarsbloeiende bolgewassen wordt in Nederland geteeld op duinzandgrond, in een vruchtwisseling met uitsluitend bolgewassen. Bodemgebonden pathogenen zoals *Pythium* spp. en *Rhizoctonia solani* vormen in deze teelten een groot probleem. Aantasting kan leiden tot 40% financiële opbrengstderving uit leverbare bollen. Het aantal specifieke bestrijdingsmiddelen is zeer beperkt, terwijl de werking te wensen over laat. De telers zijn in toenemende mate afhankelijk van de bodemweerbaarheid van hun percelen. In het onderzoek naar de ontwikkeling van milieuvriendelijke beheersingsstrategieën om het gebruik en de afhankelijkheid van chemische middelen te verminderen wordt onder andere gekeken naar effecten van teeltmaatregelen op de bodemweerbaarheid.

## Effect teeltmaatregelen

Teeltmaatregelen en grondbehandelingen beïnvloeden de plantengroei en ziekteontwikkeling in de landbouw. In de bloembollenteelt op zandgrond worden chemische grondontsmetting en inundatie toegepast ter bestrijding van diverse ziekten en onkruiden. *Pythium* en *Rhizoctonia* kunnen (deels) overleven of worden geïntroduceerd na deze behandelingen, terwijl vele andere, veelal nuttige micro-organismen sterk in aantal teruglopen of verdwijnen. De pathogenen zouden hierdoor meer kans kunnen krijgen om aantasting te veroorzaken. In pot- en veldexperimenten bleken zowel inundatie als grondontsmetting met dichloorpropeen of metamna-trium te leiden tot een verminderde bodemweerbaarheid tegen *Pythium*-wortelrot met verhoogde kans op aantasting en opbrengstderving in iris en krokus tot gevolg. Aangetoond is dat de bodemweerbaarheid biologisch van aard is en

nadelige effecten kunnen niet worden uitgesloten.

## Compost: soms baat het, soms schaadt het

Toepassing van compost kan de plantgezondheid direct en indirect beïnvloeden door veranderingen in de fysische, chemische en biologische eigenschappen van de grond. Het is bekend dat bodempathogenen zoals *Pythium* kunnen worden onderdrukt door compost, met name onder gecontroleerde omstandigheden in substraatmengsels met minimaal 20% compost. In de bollenteelt op zandgrond is de toepassing van nutriëntarme organische stof es-

dat de mate van aantasting sterker wordt beïnvloed door het effect van de grondbehandelingen op het bodemleven dan door de besmettingsdruk van *Pythium*. Na inundatie herstelde de bodemweerbaarheid zich binnen een periode van twee jaar. Na grondontsmetting was de weerbaarheid binnen deze periode slechts gedeeltelijk hersteld en blijvende



Figuur 1. Vroegtijdige afsterving van iris als gevolg van *Pythium*-wortelrot.



Figuur 2. Het injecteren van chemische grondontsmettingsmiddelen (links) en inundatie van percelen (rechts) in de zomer is effectief ter bestrijding van diverse bodemziekten, maar vermindert tevens de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* en *Rhizoctonia*.

sentieel om het organisch stofgehalte op peil te houden. Maar, van compost mag maximaal slechts twaalf ton droge stof per hectare per twee jaar (circa 1% w/v in de bouwvoor) worden toegepast vanwege het gehalte aan zware metalen.

In een laboratoriumproef is bepaald of toevoeging van 1% gerijpte GFT-compost effect heeft op de groeisnelheid van *Pythium* en *Rhizoctonia* door grond. In grond met een verminderde bodemweerbaarheid als gevolg van inundatie, grondontsmetting of sterilisatie, resulteerde de toevoeging van compost in herstel van de groeiremming tot het oorspronkelijke niveau van onbehandelde grond. In de onbehandelde grond gaf toevoeging van compost géén extra groeiremming van *Pythium*, maar wel 50% extra groeiremming van *Rhizoctonia*. Het effect van compost op de bodemweerbaarheid is dus ondermeer afhankelijk van het pathogeen en het aanwezige bodemleven (wel of niet verstoord).

In biotoetsen met *Pythium* bleek het effect van compost daarnaast ook gewasafhankelijk te zijn. In iris resulteerde toevoeging van gerijpte GFT-compost na inundatie of grondontsmetting tot minder aantasting, en toevoeging van compost aan onbehandelde grond had géén effect op de aantasting. In krokus leidde de toevoeging van compost tot stimulering van de

aantasting in alle grondbehandelingen. Er werd geconcludeerd dat het gewas een doorslaggevende factor kan zijn tussen ziekteonderdrukking of ziektestimulering als gevolg van verrijking met GFT-compost. Het mechanisme dat hiervoor verantwoordelijk is, is nog onduidelijk. Factoren die van invloed zouden kunnen zijn, zijn bijvoorbeeld aan- of afwezigheid van geïnduceerde resistentie door de micro-organismen uit de compost of verschillen tussen iris en krokus in wortelontwikkeling, exudatie en micro-organismen in de rhizosfeer.

In veldproeven met *Rhizoctonia* in tulp en lelie bleek een éénmalige toepassing van diverse composten (GFT-compost, groencompost, verrijkte compost, compost van bedrijfsafval) in onbehandelde grond nauwelijks of geen effect te hebben op de aantasting. In een praktijkproef bij telers bleek ook een periodieke toepassing van compost (jaarlijks gedurende drie jaar) géén effect te hebben op de bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia* in tulp in vergelijking met een periodieke toepassing van stalmest. Echter, na ernstige verstoring van het bodemleven (pasteurisatie) bleek dat de bodemweerbaarheid in de 'stalmestgrond' aanzienlijk minder snel herstelde vergeleken met de 'compostgrond'. Dit zou te maken kunnen hebben met bijvoorbeeld betere fysisch/chemische omstan-

digheden voor microbiële herkolonisatie in de 'compostgrond'. Een dergelijk voordeel zou voor de praktijk van belang kunnen zijn wanneer telers genooddaakt zijn om breedwerkende gewasbeschermingsmaatregelen te treffen waarbij het bodemleven aanzienlijk wordt verstoord, zoals bij inundatie, diepploegen of chemische grondontsmetting.

## Mechanismen bodemweerbaarheid

Om inzicht te krijgen in de aard van de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* is onderzocht of er een verband bestaat tussen de mate van weerbaarheid enerzijds en de activiteit van de bodemmicroflora en/of de aanwezigheid van specifieke groepen anderzijds. Verschillende niveaus van bodemweerbaarheid zijn gerealiseerd door het uitvoeren van diverse grondbehandelingen: onbehandelde grond, chemisch ontsmette grond, geïnundeerde grond, gesteriliseerde grond, en gesteriliseerde grond met 1% gerijpte compost. Parameters zoals microbiële biomassa, dehydrogenase activiteit, glucoseopname en ademhaling, waren negatief gecorreleerd met de groeisnelheid van *Pythium* door de grond. Dit geeft aan dat een hoge microbiële biomassa en activiteit de myceliumgroei van *Pythium* door grond onderdrukt.

ARTIKEL



*Figuur 3. Gecomposteerd bedrijfsafval is geschikt om het organisch stof gehalte in de grond op peil te houden. Een direct effect op de bodemweerbaarheid is zeer beperkt.*

Echter, de bodemweerbaarheid in een biotoets (*Pythium*-aantasting in iris) kon met geen enkele (combinatie van) microbiële parameter(s) worden verklaard. Andere aspecten van de pathogeen-ontwikkeling moeten dus van invloed zijn, zoals interacties op het worteloppervlak. Daar komt nog bij dat de verschillende grondbehandelingen via verschillende mechanismen de bodemweerbaarheid kunnen beïnvloeden, zoals verandering van het totaal aantal micro-organismen, de activiteit, de diversiteit, verschuiving in soortensamentelling, etc. Hierdoor ligt het niet zondermeer voor de hand dat er een correlatie bestaat tussen bodemweerbaarheid en microbiële parameters.

Om te analyseren of de samenstelling van de microbiële gemeenschap is gerelateerd aan de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* zijn profielen gemaakt van bacterie- en schimmelsembioten in de grond met behulp van denaturatie gradient gel elektroforese (DGGE) van PCR-geamplificeerde ribosomale RNA genen. Het bleek dat deze gemeenschapsprofielen, gebaseerd op microbieel DNA,

slechte indicatoren waren voor de bodemweerbaarheid tegen *Pythium*. De dominante microbiële populaties waren consistent aanwezig in de profielen, zelfs na rigoureuze behandelingen zoals ontsmetting en inundatie. Het meest uitgesproken effect op de dominante populaties in de grond is gevonden bij de compostbehandeling in gesteriliseerde grond. Het herstel van de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* in de met compost verrijkte grond was geassocieerd met een geheel andere microbiële gemeenschap dan de bodemweerbaarheid in onbehandelde grond met een natuurlijk bodemleven. Dus, microbiële gemeenschappen van verschillende samenstelling kunnen resulteren in vergelijkbare niveaus van bodemweerbaarheid tegen *Pythium*.

## Beheersstrategieën

Teeltmaatregelen kunnen de bodemweerbaarheid beïnvloeden. Breedwerkende maatregelen ter bestrijding van bodemgebonden ziekten kunnen leiden tot vermindering van de bodemweerbaar-

heid en toediening van compost kan onder bepaalde omstandigheden leiden tot verbetering van de bodemweerbaarheid ten opzichte van dezelfde grond zonder compost. Een zorgvuldige planning van deze maatregelen binnen het bouwplan is van groot belang. Breedwerkende maatregelen en middelen moeten zoveel mogelijk worden beperkt. Indien toch noodzakelijk, kan een minimale periode van twee jaar tussen grondontsmetting of inundatie en de teelt van een vatbaar gewas de gelegenheid bieden aan andere micro-organismen om de grond te koloniseren en zodoende de kansen voor pathogenen te verkleinen.

Aanvullende maatregelen zullen meestal nodig zijn voor een goede teeltzekerheid. Veel aandacht moet worden besteed aan het verhogen van het organisch stofgehalte en verbetering van de bodemstructuur. Het toepassen van composten en groenbemesters kan daar een onderdeel van zijn. Het onderzoek richt zich momenteel op het combineren van deze maatregelen met bijvoorbeeld de toepassing van antagonistische en/of (verlaagde doseringen van) specifieke fungiciden. Bij een goede combinatie kunnen de individuele maatregelen elkaar versterken en wordt er gesproken van een beheersstrategie. Een goede beheersstrategie richt zich op het combineren van maatregelen tegen diverse bodempathogenen. In 2004 is een project gestart (Topsoil+) waarin beheersstrategieën worden ingepast in duurzame teeltsystemen met sierteeltgewassen op zandgrond, voor een optimaal beheer van de bodemkwaliteit. In deze teeltsystemen zullen o.a. metingen worden gedaan aan de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* in hyacint, *Rhizoctonia* in tulp, *Fusarium* in narcis en *Pratylenchus penetrans* in lelie.

# Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen

A.D. van Diepeningen<sup>1,2</sup>, A.H.C van Bruggen<sup>1</sup>, A.J. Termorshuizen<sup>1</sup>, en G.W. Korthals<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biologische Bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit, Marijkeweg 22, 6709 PG Wageningen, Anne.vandiepeningen@wur.nl

<sup>2</sup> Erfelijkheidsleer, Wageningen Universiteit, Arboretumlaan 4, 6703 BD Wageningen

<sup>3</sup> Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen University and Research Center, Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

In een recente studie zijn biologische en gangbare landbouwgronden vergeleken wat betreft nutriëntenconcentraties, verscheidene biologische parameters en gebruikte landbouwtechnieken. De verschillen zijn niet altijd groot, maar over het algemeen scoren de biologische gronden beter qua componenten die samenhangen met bodemgezondheid, namelijk gesloten nutriëntenkringlopen, hoge biodiversiteit, een samenhangend voedselweb en veerkracht van het systeem. Naar verwachting hangen deze componenten nauw samen met een relatief goede ziektevering van de biologische gronden.

## Inleiding

De gezondheid van een (bodem)ecosysteem wordt volgens Rapport (1995) gevormd door verschillende componenten: (1) gesloten nutriëntenkringlopen en energiestromen, (2) biologische diversiteit, (3) samenhang tussen de verschillende functionele eenheden, (4) stabiliteit en veerkracht van het systeem als dat geconfronteerd wordt met een verstoring en tenslotte (5) weinig tot geen verschijnselen van planten- en dierziektes. Per definitie wordt er in de biologische landbouw geen gebruik gemaakt van kunstmest, synthetische bestrijdingsmiddelen en genetisch gemodificeerde organismen. Plagen worden beheerst door onder andere vruchtwisseling met gewassen, maar ook met weidegrond voor vee (gemengd bedrijf), voor zover mogelijk (Figuur 1). Om in Nederland voor SKAL-certificering in aanmerking te komen moeten deze richtlijnen minimaal twee jaar gevolgd worden. Ook op gangbare bedrijven worden kunstmest en bestrijdingsmiddelen tegenwoordig minder

toegepast, waardoor de verschillen tussen biologische en gangbare bedrijven niet altijd even opvallend zijn. Recentelijk zijn biologische en gangbare, gemengde bedrijven en akkerbouwbedrijven met elkaar vergeleken. Hierbij zijn steeds naburige biologische en gangbare bedrijven met een teelt van hetzelfde gewas met elkaar vergeleken (van Diepeningen *et al.*, in press). In dit artikel bespreken we de belangrijkste biologische, chemische en managementverschillen en discussiëren we de implicaties voor de bodemgezondheid van biologisch beheerde gronden.

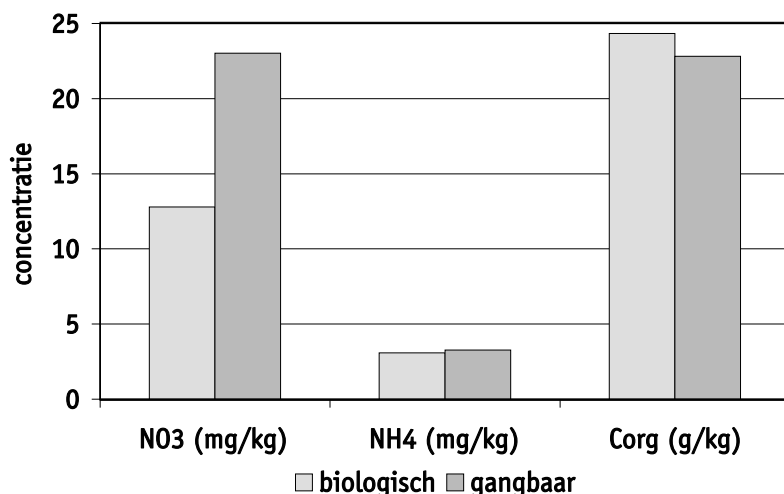
## Nutriënten en bemesting

De eerste component van bodemgezondheid is de nutriëntenbalans. Het grootste verschil is het nitraatgehalte dat op gangbare bedrijven significant hoger is dan op naburige biologische bedrijven (Figuur 2). Nitraat heeft een grote kans tot uitspoelen, maar kan ook gekoppeld zijn aan het optreden van verschillende plantpathogenen, zoals *Phytophthora parasitica* en *Pyrenochaeta lycopersici* (o.a. Workneh *et al.*, 1993). Doordat op de helft van de gangbare bedrijven gebruik werd gemaakt van mest van dierlijke oorsprong, waren er geen grote verschillen in de gehalten aan organische koolstof in de bodem. Niettemin was er een trend naar hogere organische-stofgehalten in de biologische gronden. De totale gehalten aan stikstof en fosfor in de bodem verschilden niet tussen



Figuur 1. Een biologisch (links) grasland met naast gras onder andere paardebloemen, boterbloemen en klaver en een naburig gangbaar (rechts) monocultuur grasland perceel.

ARTIKEL



Figuur 2. Gemiddelde concentraties van nitraat ( $\text{NO}_3$ ), ammonia ( $\text{NH}_4$ ) en organisch koolstof (Corg) in biologische en gangbare landbouwgronden. Alle waarden zijn getest met een pairwise sampled t-test op significante verschillen;  $\text{NO}_3$  significant verschillend,  $\text{NH}_4$  en Corg niet.

de biologische en gangbare bedrijven.

Stikstofbindende vlinderbloemigen en andere soorten groenbesters werden door ongeveer de helft van zowel de gangbare als de biologische boeren gebruikt (Figuur 3). Eén van de grote voordelen van het gebruik van dierlijke mest en groenbesters boven kunstmest is, dat hierdoor ook het organische koolstof in de bodem beter op peil wordt gehouden. Pathogenen als *Phytophthora* en *Pythium* krijgen dan minder kans in een bodem met een hoger organisch-koolstofgehalte, en de mycoparasiet *Trichoderma* is dan juist actiever (Bulluck *et al.*, 2002).

## Managementverschillen

Voor onkruidbestrijding is de biologische boer aangewezen op mechanische verwijdering. Ook de gangbare boer wiedt (Figuur 3), maar deze kan voor onkruidrijke stukken of voor het zaaien ook herbiciden gebruiken. De gebruikte pesticiden zijn soms persistent en kunnen een langdurige nadelige bijwerking hebben op het bo-

demleven (o.a. Daugrois *et al.*, 2005).

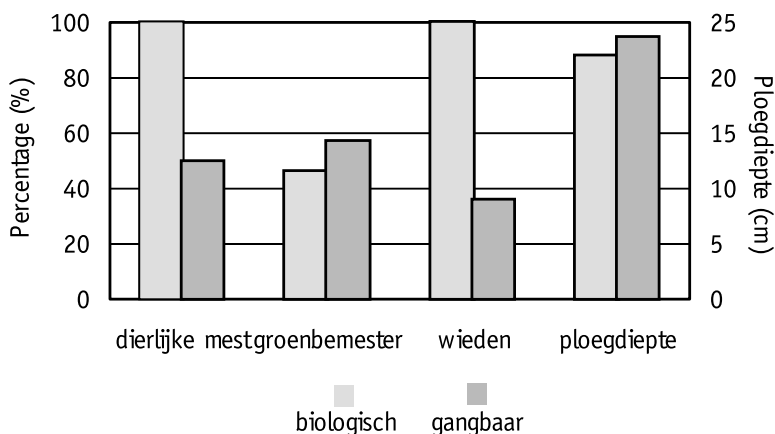
Een ander significant verschil is de gebruikte ploegdiepte: de biologische boer ploegt minder diep. De intensiteit van ploegen heeft een negatief effect op vele bodembiota (o.a. schimmels, micro- en macrofauna) en hierdoor op het hele aanwezige voedselweb. Zo verandert dieper ploegen de verhouding tussen bacteriën en schimmels door afname van het aantal schimmels, wat nadelig is voor de aanwezige predatore nematoden (Berkelmans *et al.*, 2003). Minder diep

ploegen vermindert bijvoorbeeld de uitval in suikerbieten ten gevolge van *Pythium*.

## Biodiversiteit

De biologische gronden bevatten in onze studie significant grotere aantallen bacteriën en hadden een grotere bacteriële activiteit zoals is af te leiden uit de gemeten bodemrespiratie. Ook de diversiteit aan bacteriën en nematoden was significant hoger in de biologische gronden (Figuur 4). Een dergelijke grotere microbiële biomassa, biologische activiteit en biodiversiteit van bacteriën en nematoden is vaker gerapporteerd (onder andere Workneh *et al.*, 1993; Mäder *et al.*, 2002). Ook de biodiversiteit aan mycorrhizavormende schimmels, regenwormen, insecten en arthropoden is over het algemeen groter in biologische gronden (onder andere Mäder *et al.*, 2002).

Een hogere microbiële biomassa, activiteit en diversiteit gaan samen met onderdrukking van bodemgebonden plantenziektes in zowel natuurlijke gronden als in landbouwgronden (o.a. Workneh *et al.*, 1994; Mäder *et al.*, 2002). Deze ziekteonderdrukking kan zowel verklaard worden door algemene



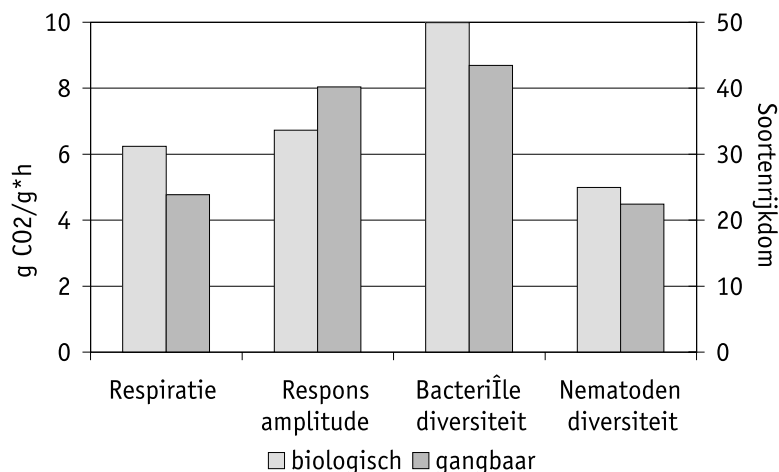
Figuur 3. Percentage biologische en gangbare boeren dat gebruikmaakt van dierlijke mest, groenbesters en mechanische onkruidbestrijding door middel van wieden en de gemiddelde ploegdiepte. Waarden getest met een pairwise sampled t-test, alleen groenbemester gebruik niet significant verschillend.



competitie als ook door meer of minder specifiek antagonisme tussen soorten. De constatering dat 'goede' (micro)biologische parameters gerelateerd zijn met ziekteverwering betekent niet dat een grond beter bestand is tegen *elk* pathogeen: de fijne afstemming tussen een pathogeen en antagonist kan variëren ten gevolge van fysische en chemische grondeigenschappen of omdat microbiële gemeenschappen door de bodem en in de tijd fluctueren (van Bruggen en Semenov, 2000). Daarnaast zal elk systeem tot op zekere hoogte haar eigen plantenziekten selecteren.

## Biologische veerkracht

De biologische veerkracht van een systeem is mogelijk een goede parameter om bodemgezondheid te meten. Deze veerkracht kan worden bepaald door te meten hoe lang het duurt voordat de populatie hersteld is van een verstoring (van Bruggen en Semenov, 2000). Populaties van bodembacteriën reageren op een verstoring door een duidelijke golvende dynamiek van sterke toenames in aantallen gevolgd door afnames, zogenaamde 'waves'. In onze vergelijking tussen de biologische en gangbare landbouwgronden vonden we een duidelijk verschil in de reactie van beide gronden bij rehydratatie na uitdrogen: de gangbare gronden reageerden met een sterkere toename in de CO<sub>2</sub>-consumptie (Figuur 3, respons-amplitude) en leken dus minder veerkrachtig te zijn.



Figuur 4. Gemiddelde respiratie en respons-amplitude ( $\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) en bacteriële en nematodendiversiteit in biologische en gangbare landbouwgronden. Alle deze waarden zijn getest met een pairwise sampled t-test op verschillen en allen verschillend significant ( $p < 0.05$ ).

## Conclusie

Biologische gronden scoren op de verschillende aspecten van bodemgezondheid beter dan de gemiddelde gangbare grond (voor details van Diepeningen *et al.*, in press). Algemeen gezegd zullen biologische gronden waarschijnlijk minder snel last hebben van bodemgerelateerde pathogenen door een lager nitraatgehalte en de intrinsieke weerstand van het aanwezige bodemleven. Er zullen echter altijd omstandigheden zijn waardoor bepaalde ziekteverwekkers de bodemweerstand kunnen breken, bijvoorbeeld door een tijdelijke overvloed aan gemakkelijk afbreekbare stoffen waarin saprofytische pathogenen zich kunnen vermeerderen en omvalziekten kunnen veroorzaken.

## Referenties

Berkelmans, R., Ferris H., Tenuta M., Bruggen, A.H.C., van, 2003. Effects of long-term crop management on nematode trophic

- levels other than plant feeders disappear after 1 year of disruptive soil management. *Appl. Soil Ecol.* 23, 223-235.
- Bruggen A.H.C., van, and Semenov A.M. (2000). In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15: 13-24.
- Bulluck L.R., Brosius N., Evanylo G.K. and Ristaino J.B. (2002) Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19: 147-160.
- Daugrois, J.H., Hoy, J.W., and Griffin, J.L. 2005. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor herbicide effects on *Pythium* root rot of sugarcane, *Pythium* species, and the soil microbial community. *Phytopathol.* 95: 220-226.
- Diepeningen A.D., van, de Vos O.J., de Korthals G.W., Bruggen A.H.C., van, In press. Effects of organic versus conventional management on biological and chemical parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*.
- Mäder, P., Fliebach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. Niggli, U., 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.
- Rapport D. (1995) Ecosystem health – More than a metaphor. *Environmental values* 4: 287-309.
- Workneh F., Bruggen A.H.C., van, Drinkwater L.E., Shennan C., 1993. Variables associated with corky root and phytophthora root rot of tomatoes in organic and conventional farms. *Ecol. Epidemiol.* 83, 581-589.

# Mycorrhizaschimmels: een rol in gewasbescherming?

J. Baar

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Postbus 6042, 5960 AA Horst, E-mail: [jacqueline.baar@wur.nl](mailto:jacqueline.baar@wur.nl)

In de grond kunnen bij planten specifieke bodemschimmels voorkomen. Dit zijn zogeheten mycorrhizaschimmels. Kenmerkend voor mycorrhizaschimmels is dat deze schimmels met planten in een gebalanceerde symbiose leven. Van zo'n symbiose hebben zowel de planten als de schimmels profijt.

In dit artikel wordt ingegaan op de achtergrond van de twee belangrijkste groepen mycorrhizaschimmels, de ecto- en arbusculaire mycorrhizaschimmels, en hun mogelijke rol in de gewasbescherming.

## Ectomycorrhizaschimmels

Mycorrhizaschimmels, wie kent ze eigenlijk niet? In de zomer en herfst komen we bijvoorbeeld de bovengrondse vruchtlichamen van ectomycorrhizaschimmels (ECM) bij bomen tegen, zoals vliegenzwam, cantharel en eekhoorntjesbrood. Deze ECM leven in symbiose met bomen.

Om en in de worteltopjes van boomwortels groeien de schimmeldraden van ECM en vormen daarmee de gemycorrhizeerde worteltopjes (Foto 1). In de zomer of in het najaar vormen de schimmeldraden paddestoelen, die dan boven de grond komen.

ECM hebben een belangrijke functie voor de groei van bomen. Ze kunnen voedingsstoffen, zoals stikstof en fosfor, uit de bodem opnemen en via de schimmeldraden doorgeven aan de planten. In ruil daarvoor leveren de bomen suikers aan de schimmels. Andere functies van ECM zijn de opname van bodemvocht, verhogen van resistentie tegen zware metalen en afweer tegen ziekten (Smith & Read, 1997). In Nederland komen ruim 650 soorten ECM voor en op de wortels van een boom kunnen

meerdere soorten ECM voorkomen.

## Arbusculaire mycorrhizaschimmels

Minder zichtbaar zijn arbusculaire mycorrhizaschimmels (AMF). Deze zijn niet met het blote oog waarneembaar, omdat ze geen bovengrondse vruchtlichamen vormen. Wel is het mogelijk om AMF in de wortels van planten, zoals grassen, kruiden en een deel van

de land- en tuinbouwgewassen, zichtbaar te maken met speciale kleuringstechnieken in combinatie met microscopie (Foto 2). Met deze technieken is het mogelijk om vast te stellen dat de hyfen van AMF de wortelcellen kunnen binnengroeien waar ze boomvormige structuren vormen, die dienen voor de nutriëntenuitwisseling. De ontwikkeling van moleculaire technieken heeft het mogelijk gemaakt om nog preciezer de kolonisatie van AMF vast te stellen.

De functies van AMF zijn vergelijkbaar met die van mycorrhizaschimmels bij bomen. Ook deze schimmels nemen voedingsstoffen en water op uit de bodem. Met name worden AMF belangrijk geacht voor de opname van fosfor uit de bodem. Daarnaast kunnen AMF de opname van water uit de bodem vergroten, hetgeen gunstig

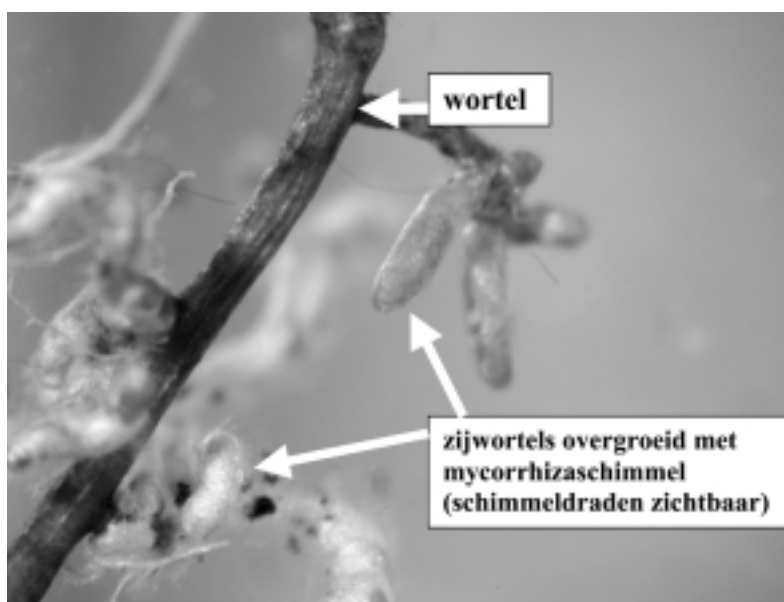


Foto 1. Arbusculaire mycorrhizaschimmel zichtbaar gemaakt door middel van kleuren van de graswortels.

kan zijn voor gewassen. Symbiose met AMF kunnen gewassen ook beschermen tegen bepaalde ziekteverwekkers (Smith & Read, 1997). Door deze functies zijn AMF een belangrijke component van ecosystemen onder de grond. In de land- en tuinbouw kunnen een groot aantal gewassen symbiose aangaan met AMF. Voorbeelden zijn ui, prei, tarwe, komkommer, tomaat. Er zijn ook gewassen die geen symbiose met AMF kunnen aangaan, zoals koolsoorten en voederbiet.

Ook in Nederland is vastgesteld dat AMF voorkomen op akkerbouwgewassen. Galvan *et al.* (2005) stelde vast dat uien symbiose aangaan met AMF, zowel in de conventionele teelt als in de biologische teelt.

## Interactie mycorrhizaschimmels en ziekteverwekkers

### Ectomycorrhizaschimmels

Mycorrhizaschimmels kunnen de weerstand van gewassen tegen pathogenen verhogen en ECM kunnen de ontwikkeling van ziekteverwekkers op bomen reduceren. Het is aangetoond dat de wortelpathogeen *Phytophthora* sp. op *Pinus* spp. (den) door verschillende soorten ECM, zoals *Pisolithus tinctorius* (verfstuifzwam) en *Thelephora terrestris* (franjeszwam) kan worden onderdrukt. Ook is uit onderzoek gebleken dat *Laccaria laccata* (fopzwam) de pathogeen *Fusarium oxysporum* op naaldbomen, zoals *Picea abies* (fijnspar) and *Pinus sylvestris* (groveden). De bescherming tegen pathogenen is mogelijk mechanisch door de fysieke bescherming van de hyfen rondom de wortels. Ook is gesuggereerd dat de productie van fenolachtige stoffen in de plantenweefsels door de symbiose van mycorrhizaschimmels tot een remmende werking van pathoge-

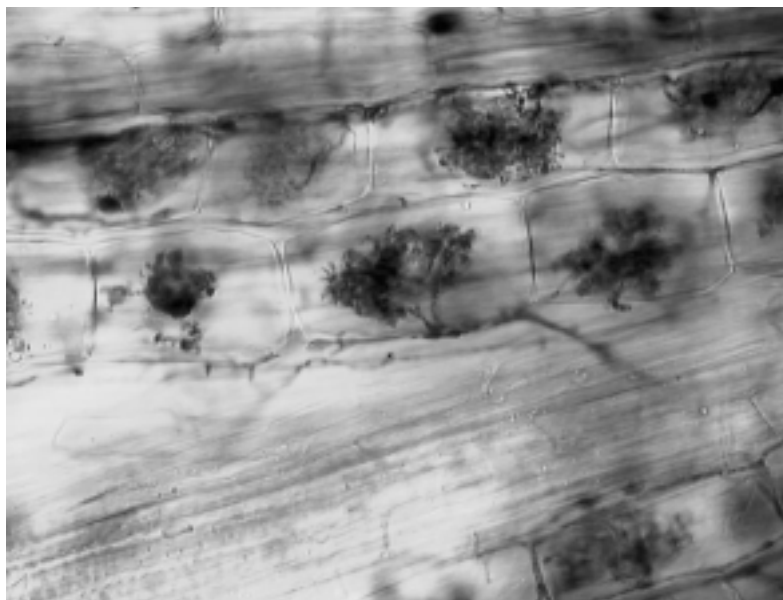


Foto 2. Arbusculaire mycorrhizaschimmel zichtbaar gemaakt door middel van kleuren van de graswortel.

nen kan leiden. Naast deze twee factoren, zijn er aanwijzingen dat ECM antibiotica uitscheiden tegen mogelijke pathogenen (Smith & Read, 1997).

### Arbusculaire mycorrhizaschimmels

Er is een aanzienlijk aantal publicaties over interacties tussen AMF en het voorkomen van plantpathogenen verschenen. De effecten van AMF op de ziekteverwekkers zijn sterk afhankelijk van plantenvoeding, de hoeveelheid en soortensamenstelling van de pathogenen. Ook lijken de interacties tussen AMF en bodempathogenen afhankelijk te zijn van de plantensoort waarmee de mycorrhizaschimmels geassocieerd zijn. Verder is belangrijk of de wortels reeds gekoloniseerd zijn met AMF en in welke mate ziekteverwekkers zich kunnen ontwikkelen. Het bestrijdende effect is er al indien 50% van de wortels met AMF zijn gekoloniseerd.

Uit eerdere publicaties komt naar voren dat de ontwikkeling van de pathogene schimmel *Phytophthora fragariae* op aardbeien kan worden verminderd in de aanwezig-

heid van AMF (Norman & Hooker, 2000; Rafferty et al, 2003). Ziekten die worden veroorzaakt door pathogene schimmels zoals *Phytophthora*, *Phytium*, *Fusarium* and *Sclerotium* zouden onderdrukt kunnen worden door AMF stellen Ryan & Graham (2002). Dit biedt perspectief, omdat methylbromide wereldwijd niet meer mag worden toegepast.

Duurzame land- en tuinbouw heeft tot doel vermindering van de toepassing van hoge mestgiften en chemische gewasbeschermingsmiddelen, zoals fungiciden. Voor de ontwikkeling van AMF is dit gunstig. AMF heeft een positief effect op de nutriënt opname door de gewassen, de bodemstructuur wordt verbeterd en de ontwikkeling van pathogenen op de plantenwortels wordt verminderd. Uit een economische analyse van tuinbouwgewassen in Australië blijkt dat reductie van bemesting met fosfor de ontwikkeling van AMF positief beïnvloedde. Dit resulteerde in een vermindering van de productiekosten met ruim 2% (Ryan & Graham, 2002).

## Toepassing van mycorrhiza-schimmels

Mycorrhizaschimmels, zowel ECM als AMF, worden door commerciële bedrijven op de markt gebracht, ook in Nederland. Dit inoculum is veelal gericht op het verbeteren van de nutriëntopname uit de bodem en het vergroten van de weerstand tegen ziekteverwekkers, hetgeen resulteert in een hogere opbrengst.

Dat toevoegen van inoculum van AMF effectief kan zijn bleek uit verschillende experimenten in Europa. Na toevoegen van AMF aan preiplantjes op de koude grond werd de opbrengst aanzienlijk verhoogd. In de tuinbouw vertoonden cyclaamplanten die waren geïnoculeerd met AMF een grotere weerstand tegen pathogenen, waardoor er minder uitval van de planten was (Vosatka & Dodd, 2002).

Echter, na toepassing van AMF afkomstig van commerciële bedrijven zijn de resultaten niet altijd

positief. De lage effectiviteit van AMF in landbouwsystemen wordt mogelijk veroorzaakt door een geringe ontwikkeling van de symbiose. Gewassen kunnen aanzienlijk verschillen in respons. In het verleden zijn rassen geteeld die resistent zijn tegen pathogene schimmels en bacteriën, waardoor deze rassen de kolonisatie van AMF onderdrukken. Deze vorm van selectie zou sterk genoeg kunnen zijn om een negatieve reactie tussen de plant en AMF te ontwikkelen (Ryan & Graham, 2002). Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van tarwerassen die afhankelijk zijn van bemesting en geen symbiose meer kunnen aangaan met AMF (Hetrick et al., 1993).

Ook kan de lage effectiviteit van inoculum veroorzaakt worden doordat er mycorrhizaschimmels van verschillende kwaliteit op de markt verkrijgbaar zijn. Tot op heden bestaat er nog geen kwaliteitscontrole voor inoculum van mycorrhizaschimmels. Een goede kwaliteitscontrole is wenselijk om de toepasbaarheid van mycorrhizaschimmels in de land- en tuinbouw te verhogen.

## Referenties

- Galvan, G., O.M. Scholten, K. Burger-Meijer, I. Paradi, J. Baar & C. Kik. 2005. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Dutch conventional and organically managed fields. Cost-meeting on Achievements and future landscape for arbuscular mycorrhizal research. Dijon, 2-4 June 2005.
- Hetrick, B.A.D., G.W.T. Wilson & T.S. Cox. 1993. Mycorrhizal dependence of modern wheat cultivars and ancestors: a synthesis. *Canadian Journal of Botany* 70: 512-518.
- Norman JR, Hooker JE. 2000. Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. *Mycological Research* 104: 1069-1073.
- Rafferty S, Murphy JG, Cassells AC. 2003. Lytic enzyme activity in peat is increased by substrate amendment with chitin: Implications for the control of *Phytophthora fragariae* in *Fragaria vesca*. *Folia Geobotanica* 38: 139-144.
- Ryan, M.H. & J.H. Graham. 2002. Is there a role for arbuscular mycorrhizal fungi in production agriculture? *Plant and Soil* 244: 263-271.
- Smith, S.E. & D. J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press.
- Vosatka, M. & J.C. Dodd. 2002. Ecological considerations for successful application of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum. In: Mycorrhizal technology in agriculture. Eds. S. Gianinazzi, H. Schüepp, J.M. Barea, K. Haselwandter. Birkhäuser Verlag, Basel.

# Genoom analyse van ziekteverende bodems

Arjen Speksnijder en Leo van Overbeek

In de bodem is het grootste deel van de micro-organismen (90-99%) niet bekend. Een belangrijke reden hiervoor is dat de meeste micro-organismen zich niet laten opkweken vanuit hun natuurlijke leefomgeving. Tal van processen in de bodem worden bepaald door micro-organismen. Bijvoorbeeld voor de stikstofhuishouding is microbiële nitrificatie een belangrijk proces, ook kunnen vervuilde bodems zich herstellen via bioremediatie waarin ook micro-organismen een grote rol spelen.

Micro-organismen kunnen een stimulerende werking hebben op plant en dier en zelfs een beschermende functie uitoefenen. Opportunistische belagers van buitenaf kunnen worden afgeweerd door competitie en antibiotica productie.

scherming (J. Postma, dit nummer).

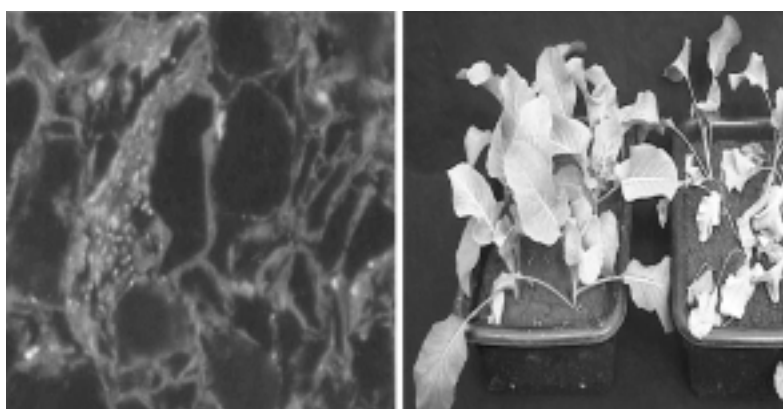
## Populatie monitoren

Om deze microbiële populaties te kunnen volgen in de bodem zonder daar langdurige kweekprocessen en specialistische determinatie onder de microscoop uit te voeren worden er DNA analyse technieken toegepast welke ons in

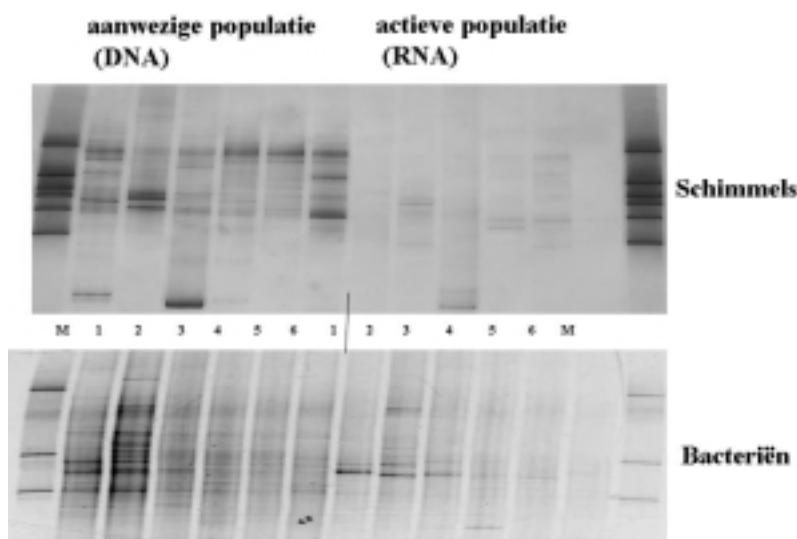
## Ziektewering

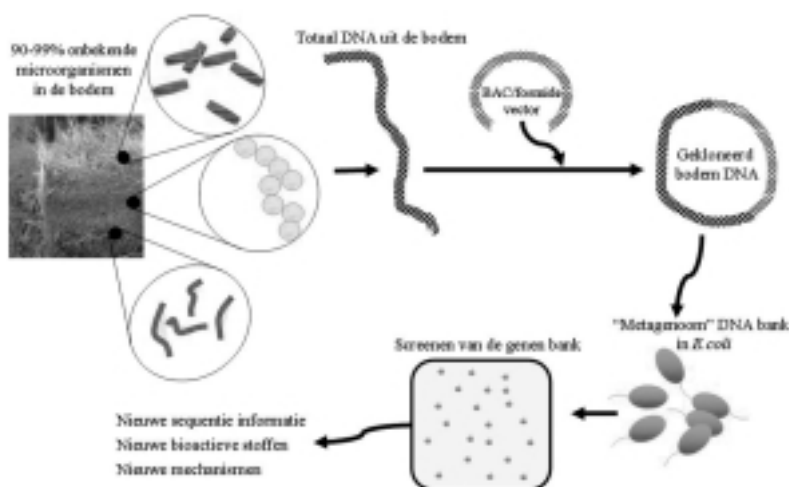
Recent onderzoek heeft aangetoond dat de productie van antibiotica en andere metabolieten door de aanwezige microflora in de bodem een bijdrage kunnen leveren aan de wering van ziekten en plagen. Deze zogenaamde antagonistische micro-organismen kunnen plant (en dier) beschermen tegen ziekteverwekkers. Karakterisatie van antagonisten en hun functies zijn belangrijk voor bepaling van de intrinsieke weerbaarheid in de bodem en kan leiden tot brede toepassingen binnen de gewasbe-

*Figuur 2. DNA vingerafdrukken waarbij een verschil in bacterie en schimmel samenstelling aangetoond wordt tussen zes verschillende bodemonsters. Het verschil in bandposities van vingerafdrukken laat zien dat er verschillende schimmel en bacteriepopulaties aanwezig zijn in de verschillende grondmonsters. Daarnaast tonen de RNA vingerafdrukken een ander bandenpatroon dan de DNA vingerafdrukken. Dit is een indicatie dat de actieve microbiële populaties verschillen van de dominant aanwezige populaties.*



*Figuur 1. Weergave van bacteriën in de bodem. In deze grond zijn de bacteriën aangekleurd met een fluorescerende stof. Veel van deze bacteriën kunnen niet gekweekt worden.*





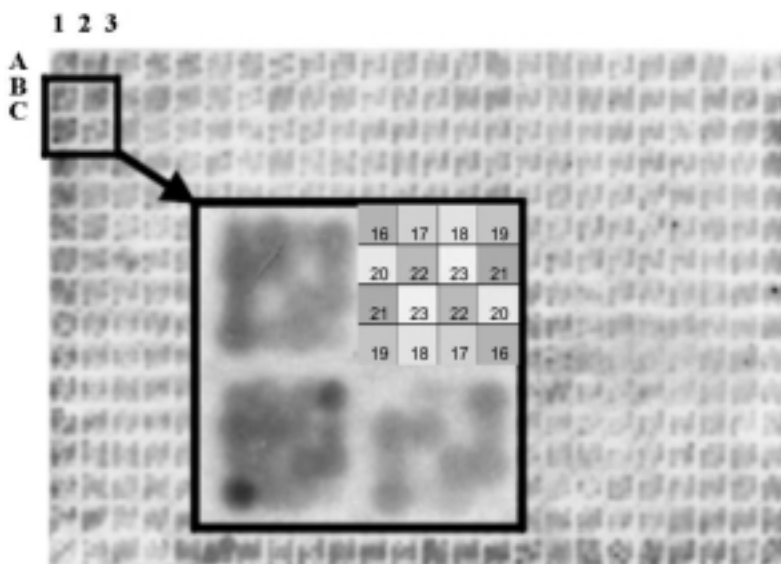
Figuur 3. Schematische weergave voor de constructie van een genenbank uit bodem DNA.

## Onbekende antibiotica

staat stellen de schimmel en bacterie samenstelling te kunnen volgen. Op basis van het ribosomale gen, wat in ieder organisme aanwezig is maar wel verschillend is tussen organismen, kunnen we bepalen wat de diversiteit is van de micro-organismen en ze ook determineren op soortsniveau. Deze ribosomale genen kunnen door middel van PCR amplificatietechniek uit bodem vermenigvuldigd worden. De diversiteit kan bepaald worden door het DNA van deze ribosomale genen te kloneren en daarna de DNA base volgorde te bepalen. Ook kan het als geheel geanalyseerd worden door een DNA vingerafdruk te maken op een speciale acryl gel (DGGE) waarbij ieder bandje in het bandenpatroon een bepaalde soort micro-organisme vertegenwoordigt. Van deze banden kan ook de DNA sequentie volgorde bepaald worden. Naast DNA afdrucken kunnen ook RNA vingerafdrukken gemaakt worden om de meest actieve soorten weer te geven.

ken naar de aanwezigheid van genen die direct verantwoordelijk zijn voor bepaalde processen. De aan- of afwezigheid van genen die betrokken zijn bij bepaalde processen kunnen een indicatie zijn voor de activiteit van een bepaald proces in de bodem. Om de relatie van bodemweerbaarheid met de productie van antibiotica door bacteriepopulaties te identificeren, vinden analyses plaats in gronden die werend zijn tegen

De genenbank van de bodem is onderzocht op biologische activiteit met behulp van DNA probing gericht op genen die betrokken zijn bij antibiotica productie. Resultaten duiden op aanwezigheid van tot nu toe onbekende antibiotica genen in de bodem. Nieuwe DNA testen om deze tot nu toe onbekende antibiotica genen in de bodem te kwantificeren moeten tot een relatie leiden waarin deze antibiotica productie gekoppeld is



Figuur 4. 6144 spots zijn in een autoradiogram weergegeven welke grote stukken DNA van 50kB vertegenwoordigen waarop meerdere genen liggen. Duizenden spots zijn geanalyseerd met probes gericht op antibiotica productie. Donkere spots (in duplo) duiden op potentiële antibiotica productie genen (bijvoorbeeld positie negentien in blok C1). DNA sequentie informatie kan bepaald worden van de spots. Op basis hiervan kunnen nieuwe DNA testen ontwikkeld worden.

## Genenbank van werende bodems

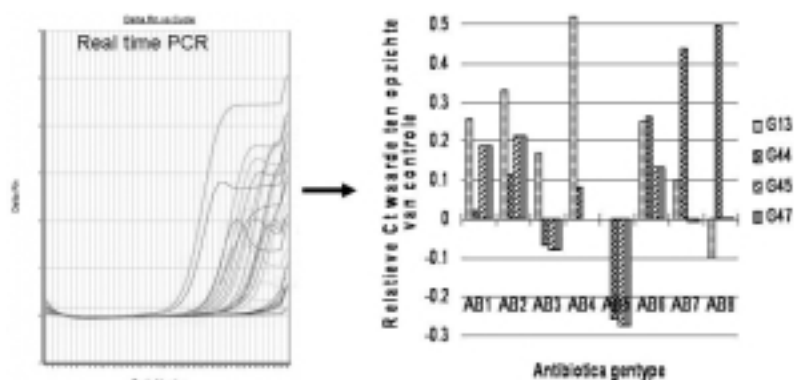
Naast het onderzoek naar de aanwezigheid en diversiteit van micro-organismen wordt ook geke-

aan ziektevering. Daarnaast wordt de mogelijkheid onderzocht of deze nieuw verworven antibiotica sequenties een medische toepassing kunnen hebben.

## Detectie van weerbaarheid

DNA testen voor de detectie van nieuwe antibiotica zijn ontwikkeld op basis van "Real-Time" analyse. De techniek stelt ons in staat om hoeveelheden DNA te bepalen van specifieke genen. Hieruit moet een relatie volgen waarbij een toename van antibiotica producerende genen duidt op een toename van de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia.

Detectie van antibiotica genen kan potentieel toegepast worden op elk biologisch uitgangsmateriaal waar kwaliteitsbeoordeling en ziektevering van belang is, zoals



*Figuur 5. Real time analyse van acht genen op vier gronden welke verschillen in remmende werking op Rhizoctonia groei. Gen typen AB7 en AB8 geven een verhoogde waarde in grond type G44 ten opzichte van de controle. Dit is grond met een lange historie van grasland waarop maïs is aangeplant. Uit biotoetsen is gebleken dat deze grond een verhoogde suppressiviteit heeft tegen het bodempathogeen Rhizoctonia.*

bij compostering en dekaarde productie. Maar ook bij de kwaliteitsbeoordeling van landbouwpercelen kan een snelle DNA analyse van de microflora een belangrijke bijdrage leveren in beslissingsmodellen voor landgebruik en bestemmingsplan. De in-

zet van (chemische) bestrijdingsmiddelen kan naar verwachting afgestemd worden aan de natuurlijk aanwezige ziektevering in bodem en plant. Dit leidt tot economische verantwoorde en maatschappelijk geaccepteerde productiewijzen.

ARTIKEL

# Het belang van microbiële diversiteit voor ziektevering in landbouwgronden

P. Garbeva

Op 21 juni 2005 promoveerde Paolina Garbeva aan de Universiteit Leiden op het proefschrift getiteld 'The significance of microbial diversity in Agricultural soil for disease suppressiveness'. Promotoren waren Prof. Dr. J. A. van Veen (Universiteit Leiden) en Prof. Dr. J. D. van Elsas (Rijksuniversiteit Groningen). Het onderzoek werd gefinancierd door NWO en is uitgevoerd op Plant Research International.

den duidelijke verschillen aangetoond in de gemeenschapsstructuur in landbouwsystemen onder verschillend beheer. Grondmonsters uit het permanente grasland en het in akkerland om-

## Inleiding

Het belangrijkste doel van dit onderzoek is meer inzicht te krijgen in de relatie tussen ondergrondse (microbiële) en bovengrondse (plant) diversiteit bij verschillende vormen van agrarisch landgebruik. Hierbij is specifiek gelet op het belang van ondergrondse diversiteit voor suppressiviteit tegen ziektes. Er is een vergelijking gemaakt tussen landbouwsystemen onder verschillend beheer: permanent (soortenrijk) grasland, grasland dat werd omgezet in akkerland, lange termijn akkerland (met gewasrotatie en met monocultuur), en akkerland dat omgezet is in grasland.

## Moleculaire fingerprinting technieken

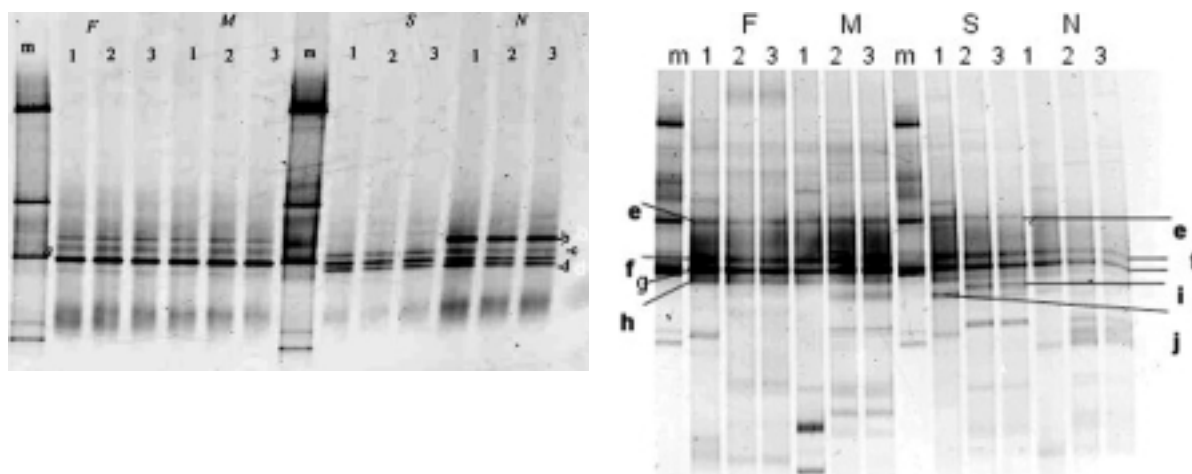
Er is een PCR-DGGE systeem ontwikkeld voor specifieke detectie van de gemeenschap van *Bacillus* soorten en hieraan verwante organismen. PCR-DGGE staat voor Polymerase chain reaction - denaturating gradient gel electrophoresis en is een techniek die de samenstelling van een populatie weergeeft (zie Figuur 2). Hiermee wer-



Figuur 1. Veldproeven met verschillende rotaties.

PROMOTIE





Figuur 2. Samenstelling van de *Pseudomonas*-populatie bepaald met PCR-DGGE in akkerbouwgrond (links) en in grasland (rechts). De gronden zijn bemonsterd in februari (F), maart (M), september (S) en november (N).

gezette grasland vertoonden vergelijkbare profielen, terwijl die uit het lange-termijn akkerland en in grasland omgezet akkerland significante verschillen in de PCR-DGGE bandenpatronen vertoonden. Op basis van de Shannon-Weaver indices, berekend uit de PCR-DGGE profielen, werd stelselmatig een hogere diversiteit gevonden in het permanente grasland of grasland omgezet in akkerland, vergeleken met het lange termijn akkerland.

Ook voor de populaties van *Pseudomonas*-bacteriën is een specifiek PCR-gebaseerd detectiesysteem ontwikkeld. Dit toonde verschillen aan in de samenstelling van *Pseudomonas*-gemeenschappen in landbouwsystemen onder verschillend beheer. Zo werd in het permanente grasland een hogere diversiteit aan *Pseudomonas*-populaties aangetoond dan in akkerland. Ook met uitplanten werden verschillen gevonden. Hiertoe werden geïsoleerde pseudomonaden getest op antagonistische eigenschappen tegen de aardappelpathogene schimmel *Rhizoctonia solani* AG3. Een groep pseudomonaden zoals *Pseudomonas* sp. E102 en Sau7, geïsoleerd uit het permanente grasland, bleek sterk antagonistisch te zijn tegen *R. solani*. Deze stammen bleken genen te bezitten die betrokken zijn bij de synthese van

het antibioticum pyrrolnitrine (PRN).

## Detectie van genen in de bodem

Om de aanwezigheid van functies die relevant zijn voor ziekteonderdrukking te onderzoeken, is de kwantiteit en diversiteit van een pyrrolnitrine-biosynthetisch gen in verschillend beheerde landbouwgronden onderzocht. Er werd een detectiemethode toegepast die gebaseerd was op PCR en hybridisatie, om de aanwezigheid van een van de genen van het pyrrolnitrine biosynthetische operon (*prnD*) te kunnen vaststellen. Hieruit bleek dat deze genen het meest voorkwamen in grasland. Daarnaast werd op basis van het *prnD*-gen een *real time*-PCR systeem ontwikkeld, voor de kwantitatieve detectie van PRN-biosynthetische loci. Uit de kwantitatieve data, verkregen van de landbouwgronden, bleek dat *prnD*-genen veel meer voorkwamen in grasland en het in akkerland omgezette grasland. Hier werd ook de hoogste capaciteit tot onderdrukking van *R. solani* AG3 gevonden. Dit duidt op een correlatie tussen PRN-productie en de mate van onderdrukking van *R. solani* AG3. Om de diversiteit van de *prnD*-genen in de verschillende landbouw-

gronden te onderzoeken zijn deze uit de gronden geïsoleerd, geklooneerd en vervolgens geanalyseerd middels RFLP. De genen zijn op basis van de gevonden restrictiepatronen in 5 verschillende groepen ingedeeld. De hoogste diversiteit hiervan werd gevonden in het grasland, de laagste in het akkerland.

## Potproef

In een potexperiment werden vier verschillende gewassen (mais, haver, gerst en gras) gekweekt op grond uit verschillende beheerde landbouwgronden. Het doel was om het effect van plantensoort en voorafgaand landgebruik op de structuur van de microbiële gemeenschap in de rhizosfeer van deze planten te onderzoeken. Er werden duidelijke effecten gevonden van plantensoort én landgebruik op de totale bacteriële gemeenschap, en op de *Pseudomonas* en *Bacillus*-gemeenschappen. Zo werd een hogere diversiteit en dichtheid pseudomonaden gevonden in de rhizosfeer van haver en gerst, vergeleken met mais en gras. Voor *Bacillus*-soorten werd daarentegen hogere diversiteit aangetoond in de rhizosfeer van mais en gras. Zowel plantensoort als het voorafgaand landgebruik beïnvloedden het

PROMOTIE



Figuur 3. Biotoets met *Rhizoctonia solani* AG 3 in aardappel om de ziektevererendheid van de grond te bepalen.

voorkomen en de samenstelling van antagonistische bacterie-isolaten tegen het aardappelpathogeen *R. solani* AG3. In het algemeen werden de hoogste percentages antagonisten gevonden in de rhizosfeer van mais en gras, in grond uit het permanente grasland.

### Effect van gewashistotie en -rotatie

Gedurende een vierjarig veldexperiment met permanent grasland en lange-termijn akkerland welke waren omgezet in verschillende rotaties zijn regelmatig bodemonsters geanalyseerd. Zowel met uitplaattechnieken als met PCR-DGGE zijn een aantal verschillen in microbiële gemeenschapsstructuur gevonden tussen de behandelingen. In behandelingen met hogere bovengrondse biodiversiteit (zoals in soortenrijk grasland) was de microbiële diversiteit hoger, hoewel dit niet in alle gevallen significant was. Deze bevinding be-

vestigt de hypothese, geformuleerd in dit proefschrift, dat ondergrondse (microbiële) diversiteit positief gecorreleerd is met de bovengrondse diversiteit. Eveneens werd een positieve correlatie gevonden tussen ondergrondse diversiteit en het ziekte-onderdrukkend vermogen van de grond (Figuur 3). Hierin werden duidelijke verschillen gevonden tussen de behandelingen. Permanent grasland en in akkerland omgezet grasland hadden significant hogere niveaus van ziekteonderdrukking dan lange-termijn akkerland. Opvallend was dat in akkerland omgezet grasland, één jaar nadat het als akkerland in gebruik was genomen en beplant was met mais, de hoogste percentages antagonistische bacteriën werden gevonden tegen *R. solani* AG3, en de sterkste antagonisten. Dit betekende dat het gekozen cultuursysteem een belangrijk effect heeft op bodemsuppressiviteit. Waarschijnlijk stimuleerde het omzetten van permanent grasland naar akkerland met mais specifieke microbiële consortia, die effectief zijn tegen *R. solani* AG3. Multivariate statistische analyse van de data

duidde op een positieve correlatie tussen het ziekteonderdrukkend vermogen en microbiële diversiteit. Hierbij bleek het belang van hoge diversiteit van de *Pseudomonas*- en *Bacillus*-populaties die eveneens zeer duidelijk correleerde met het niveau van suppressiviteit tegen *R. solani* AG3.

### Conclusie

De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat factoren zoals plantensoort, landgebruik en bodembeheer invloed hebben op de microbiële diversiteit van de bodem en belangrijke implicaties hebben voor het ziekteonderdrukkend vermogen van de grond.

Het onderzoek heeft laten zien dat het niveau van bodemsuppressiviteit kan worden gemanipuleerd door de microbiële diversiteit van de bodem te beïnvloeden. Permanent grasland en grasland omgezet in een maisakker stimuleren een hogere microbiële diversiteit en hogere niveaus van ziekteonderdrukkend vermogen tegen *R. solani* AG3, vergeleken met lange termijn akkerland. Juist de twee eerste behandelingen bleken de hoogste dichtheid aan *prnD* genen te bezitten, wat erop duidt dat PRN-producerende organismen mogelijk bijdragen aan de natuurlijke suppressiviteit tegen *R. solani* AG3. Dit werk duidt erop dat de structuur van de microbiële gemeenschappen van de bodem een belangrijke rol speelt bij de onderdrukking van plantenpathogenen. De exacte mechanismen van de versterkte ziekteonderdrukking zijn niet opgehelderd. Begrip van landbouwecosystemen en de invloed van beheersmethoden op verschillende functionele groepen van micro-organismen is de sleutel naar het effectieve landbouwbeleid.

# Burkholderia community structure in soils

## under different agricultural management

J.F. Salles

**Op 13 April 2005 promoveerde Joana F. Salles aan de Universiteit Leiden op het proefschrift getiteld 'Burkholderia community structure in soils under different agricultural management'. Promotoren waren Prof. dr. J.A. van Veen (Universiteit Leiden, NIOO Heteren) en Prof. Dr. J.D. van Elsas (Universiteit Groningen). Het onderzoek werd gefinancierd door de 'Brazilian Council for Scientific and Technological Development' (CNPq) en door het Ministerie van LNV.**

### Inleiding

Het geslacht *Burkholderia* vertegenwoordigt een interessante groep bacteriën die in verschillende habitats voorkomen, i.e. van bodem tot water en vaak in nauw verband met planten, schimmels, insecten, hogere diersoorten en de mens. De mate van interactie hangt af van het organisme waarmee *Burkholderia* is geassocieerd. In het geval van bijvoorbeeld schimmels en mieren is er sprake van een symbiotische relatie waarbij genoemde gastheren profiteren van de aanwezigheid van *Burkholderia*. Maar in de relatie met dieren en mensen kunnen sommige *Burkholderia* soorten zich als schadelijke pathogenen gedragen en ziektes als 'glanders' en 'meloidosis veroorzaken'. Ook kan *Burkholderia* van het zogenaamde *cepacia* complex bij taaislijmziekte bij de mens betrokken zijn.

De associatie van *Burkholderia* met planten kan zowel in het voordeel van de plant als ook in haar nadeel zijn, d.w.z. er kunnen ook plantpathogene interacties zijn. Niet-pathogene *Burkholderia* soorten koloniseren de plant vaak in de rhizosfeer (rondom wortelstelsels). Sommige soorten kunnen zich zelfs in de plant vestigen. In de laatste situatie kan *Burkholderia* de groei van de plant stimuleren, atmosferische stikstof binden en bescherming bieden aan de plant tegen pathogenen door de productie van antibiotica. Deze *Burkholderia* soorten kunnen daarmee een rol spelen bij de bescherming van het gewas, hetgeen een vorm van biologische ziektebestrijding biedt waarmee het gebruik van chemische beschermingsmiddelen in de landbouw teruggebracht of zelfs uitgesloten kan worden. Dit geeft, naast economische, ook ecologische voordelen. Biologische gewasbescherming kan dus bereikt worden door toevoeging van antagonistische organismen in een omgeving waar een ziekte heerst. Vaak zijn deze geïntroduceerde soorten echter niet aangepast aan de nieuwe leefomgeving en daarom niet in staat zich te vestigen binnen de al aanwezige microbiële gemeenschap. Het gevolg is dat een potentiële beschermer de plant niet efficiënt kan koloniseren. Een ecologisch alternatief in de strijd tegen plantpathogenen is het stimuleren van de van nature al aanwezige antagonisten, via een uitgekiende bewerking van de bodem en het gewas.

In het proefschrift wordt beschreven hoe *Burkholderia* soorten zich ontwikkelen bij verschillende landbouwstrategieën en welke soort geselecteerd kan worden door een bepaald gewas of bij een rotatie van gewassen. Het begrijpen van de ecologie van specifieke *Burkholderia* soorten en met name de antagonistische *Burkholderia* soorten, geeft de mogelijkheid om door het landgebruik deze soorten te stimuleren en hierdoor de intrinsieke weerstand van de bodem tegen plantenziekten te verhogen.

### Verspreiding, diversiteit en detectie

In het proefschrift wordt de soort *Burkholderia* beschreven in termen van zijn verspreiding, diversiteit, voorkomen en mogelijkheden. Vervolgens worden de gevolgen van antropogene verstoringen op de microbiële diversiteit in de bodem beschreven en in het bijzonder het effect van landgebruik op microbiële gemeenschappen die geassocieerd zijn met grasland en akkerbouw en de gevolgen voor de microbiële gemeenschap in de bodem bij een verandering van landbouwstrategie. In deze studie is een PCR-DGGE methode ontwikkeld voor de specifieke bepaling van *Burkholderia* gemeenschappen in de bodem. Hiervoor zijn primers ontworpen op basis van het 16S

PROMOTIE

ribosomale RNA (rRNA) gen dat specifiek het DNA van bacteriesoorten binnen het geslacht *Burkholderia* amplificeert. De bruikbaarheid van de primers is geëvalueerd, *in silico* (op de databank met DNA sequenties), *in vitro* (met DNA van *Burkholderia* en niet *Burkholderia* soorten) en door middel van sequenties van PCR producten uit bodem DNA. Voor de validatie van de methode is bodem DNA geëxtraheerd uit de bulk en rhizosfeer van twee grasland plots. Er werden verschillen gevonden in de diversiteit van *Burkholderia* soorten tussen de bodemmonsters uit de bulk en rhizosfeer.

## Invloed landgebruik

Na de ontwikkeling en validatie van de moleculaire methode is de invloed van landgebruik op de *Burkholderia* gemeenschap onderzocht in een microcosmos experiment in de kas. Hiervoor zijn vier gewassen (maïs, haver, gerst en gras) getest die ieder drie groeicycli doormaakten in potten met landbouwgrond van velden met een verschil in landgebruik, te weten: maïs in monocultuur, gewasrotatie en permanent grasland. DGGE patronen van de *Burkholderia* gemeenschappen zijn geanalyseerd met behulp van de multivariant analyse CCA. Uit deze analyse bleek dat de belangrijkste factor met invloed op de samenstelling van deze gemeenschappen de gebruikshistorie van de grond was. Zelfs na drie groeicycli was de invloed van de landgebruikshistorie nog aanwezig. Alleen bij een analyse op basis van de herkomst van de grond werd de invloed van de verschillende gewassen aangetoond. Zo waren er overeenkomsten tussen de *Burkholderia* populaties bij maïs en gras en bleken de populaties bij haver en gerst vergelijkbaar. De twee sets planten waren negatief met elkaar gecorreleerd.

Voor het bepalen van de invloed van de landgebruikshistorie en het actuele landgebruik op de *Burkholderia* populatie, zijn bodemmonsters genomen op proefvelden met voorgaand gebruik als grasland of akkerbouw. Op deze velden zijn voor de periode van dit onderzoek de volgende drie regimes toegepast; een rotatie (haver, maïs, gerst, aardappel), maïs in monocultuur en grasland. Er zijn 254 *Burkholderia* isolaten geïsoleerd uit vier behandelingen: permanent grasland, grasland omgezet naar maïs in monocultuur, akkerbouwgrond met maïs in monocultuur en akkerbouwgrond omgezet naar permanent grasland. De isolaten zijn gegroepeerd in 47 clusters op basis van hun PCR-DGGE en BOX patronen. De 'Shannon diversity index' liet zien dat de diversiteit van *Burkholderia* in de bodem beïnvloed wordt door veranderingen in het landgebruik. Permanent grasland en de continue teelt van akkerbouwgewassen vertoonden de hoogste diversiteit. Daarnaast leek de diversiteit in de rhizosfeer hoger dan die in de bulkgrond. Statistische analyse volgens 'species abundance modeling' liet zien dat *Burkholderia* gemeenschappen in de rhizosfeer een gelijkmatiger verdeling lieten zien dan de gemeenschappen in de bulksfeer. Identificatie van de isolaten wees uit dat 98% behoort tot nog niet beschreven soorten, terwijl 2% toe te kennen was aan het 'cepacina complex'.

## Antagonistische *Burkholderia* soorten

Vervolgens zijn de effecten van de veranderingen in het landgebruik op de totale *Burkholderia* populatie geanalyseerd met een multivariant analyse op de PCR-DGGE profielen van grondmonsters uit het veldexperiment. De analyse toonde aan dat gedurende het

vierjarige veldexperiment de structuur van de *Burkholderia* gemeenschap bij een conversie van grasland naar akkerbouw zich heeft gevormd naar de nieuwe omgeving. Dezelfde periode was echter niet voldoende voor het ontwikkelen van een *Burkholderia* gemeenschap, in een omzetting van bouwland naar grasland, die verwacht kon worden onder permanent grasland. Na de conversie van akkerbouw naar grasland bleef de *Burkholderia* gemeenschapsstructuur van akkerbouw zichtbaar. Uit de analyse bleek verder dat na de omzetting van permanent grasland naar akkerbouw (bij maïs in monocultuur en de rotatie), grondbewerking en bemesting meer effect hadden op de samenstelling van de *Burkholderia* gemeenschap dan het nieuwe landgebruik. In de hoop landgebruik te koppelen aan een stimulus van een voor de landbouw belangrijke functionele groep van het geslacht *Burkholderia*, zijn isolaten geselecteerd die een remmend effect hadden op de bodemschimmel *Rhizoctonia solani* AG 3, een bodem-gerelateerd pathogeen van aardappel. Uit de resultaten bleek dat de veranderingen in landgebruik (voornamelijk rotatie) invloed hadden op de frequentie waarmee antagonistische *Burkholderia* soorten geïsoleerd worden. In vergelijking daarmee bevatte permanent grasland een groot reservoir van deze *Burkholderia* soorten met mogelijkheden voor gewasbescherming.

## Conclusie en vooruitblik

De voornaamste conclusie van deze studie is dat het voorgaande bodemgebruik een groot effect heeft op de structuur van de *Burkholderia* gemeenschap in de grond en dat de tijd die nodig is voor de ontwikkeling van de te verwachten *Burkholderia* gemeenschap afhangt van de doorgevoerde veran-

deringen in het landgebruik. Verder blijkt dat bewerking van de grond en bemesting een belangrijke rol spelen en het veranderingsproces versnellen. Analyse van de cultiveerbare *Burkholderia* soorten toonde aan dat de diversiteit

binnen de *Burkholderia* gemeenschappen beïnvloed werd door de veranderingen in landgebruik. Bovendien waar al meer dan vierentwintig jaar grasland ligt of akkerbouw plaatsvindt hadden de hoogste diversiteit binnen de aan-

wezige *Burkholderia* gemeenschap. Naast hoge diversiteit had grasland een opmerkelijk stimulerend effect op *Burkholderia* soorten met gewasbeschermende eigenschappen tegen plantpathogenen.

PROMOTIE

# Turkije

In 1990 vergaderde een Working Party van EPPO, de European and Mediterranean Plant Protection Organization, zeg maar de vereniging van plantenziektenkundige diensten van Europa, in Casablanca, Marokko. Met de vooroordelen van de gemiddelde Nederlander vertrok ik naar Marokko. Naast de vergaderingen met collega's uit ongeveer tien landen en een aantal Marokkaanse collega's, bezocht ik in die week Casablanca, Rabat, Meknes en Marakesh. Een openbaring! Een heel gewoon land, met gewone bewoners en heel gewone en deskundige Marokkaanse collega's. Islamitisch dat wel, maar volstrekt niet vergelijkbaar met Egypte, Pakistan of Indonesië. Ik nam me toen voor om er eens wat langer heen te gaan met vakantie. Na jaren is het er nog steeds niet van gekomen en ik moet bekennen dat ik weer in de richting van de oude vooroordelen ben opgeschoven.

In juni 2004 was ik met een collega twee weken in Turkije om diagnostische laboratoria en hun ma-

nagement- en stafsituatie te beoordelen. Dit als onderdeel van het EU-twinningproject van de Plantenziektenkundige Dienst en de zusterorganisatie in dat land. Wederom heb ik een volstrekt gewone samenleving aangetroffen tijdens de meer dan 3000 km lange reis van Ankara naar Adana, Antalya, Izmir, en terug naar Ankara. Mannen en vrouwen die gewoon met elkaar omgaan, jongens die met meisjes hand in hand lopen in plaats van jongens hand in hand met elkaar, en net zo veel naveltruitjes als hoofddoekjes. Net de markt in Ede op maandagmorgen! Collega-plantenziektenkundigen waar normaal mee gediscussieerd kon worden, zowel op technisch gebied als meer maatschappelijk. En er was geen sprake van dat de vrouwelijke collega's zich wat terughoudend opstelden als een oudere mannelijke collega zijn mening naar voren bracht.

Alle Turkse collega's hadden het grootste begrip voor de reserves tegen Turkse toetreding tot de Europese Unie. De Turken in Neder-

land, Duitsland en andere West-Europese landen waren volgens hen niet representatief voor de bevolking van Turkije en er werd met minachting en ergernis over gesproken. Ter bevestiging daarvan, vlak voor ons vertrek terug naar Nederland, werden we op het vliegveld bijna uit de rij gedrukt door luidruchtige, vernederlandste Turken. Iets vergelijkbaars was ons in die twee weken niet overkomen!

De kroon op de houding van onze Turkse collega's vond ik de kennelijk wijdverbreide mening dat ook al zou Turkije niet toe mogen treden, dan nog zal het land alle fytosanitaire wet- en regelgeving overnemen, en zo *de facto* lid worden van de EU. Net als Zwitserland! En daar zouden ze prima mee kunnen leven tot, naar hun zeggen, de tijd wel rijp zou zijn.

Ik zal de fout die ik ten opzichte van Marokko heb gemaakt, niet wéér maken!

Paul van Halteren  
(p.van.halteren@planet.nl)

# Programma Najaars- vergadering KNPV

**'Hoogtepunten van 2004 en 2005'**

**op woensdag 30 november 2005**

**WICC, Lawickse Allee 11, Wageningen: 9.00-18.00 uur**

De ... **Oproep tot voordrachten** ...

met in achtneming van de deadline heeft geleid tot aanbieding van onderstaande lezingen.

**Vanwege de zomervakantie verlengen we de mogelijkheid tot aanmelden tot de uiterste aanmelddatum van 24 september, waarop dan ook de definitieve sprekers, titels en samenvattingen van max 500 woorden ingediend moeten zijn.**

Via de website [www.knpv2005.nl](http://www.knpv2005.nl) kunt u zich aanmelden voor het geven van een voordracht (Titel + eerste auteur) en indienen van de samenvatting.

Uit de onderstaande en de mogelijke nieuwe aanmeldingen zal een programma opgesteld worden voor presentatie op de KNPV-Najaarsvergadering 2005. De vergadering omvat een plenair gedeelte met enkele lezingen en verenigingsaangelegenheden (Algemene Ledenvergadering) en een opdeling in (twee) sessies waarin de meeste lezingen verdeeld zullen worden. Verder wordt de lunch verzorgd en zal de dag afgesloten worden met een hapje en een drankje. In Gewasbescherming van november zullen het programma en de samenvattingen gepubliceerd worden.

**Registreren als deelnemer dient ook via [www.knpv2005.nl](http://www.knpv2005.nl) te geschieden, dit kan tot 23 november.**

Indiener	Vlp Titel
NEFYTO	Komt nog
RABBINGE	De wetenschappelijke en maatschappelijke resultaten van het MJPG
VIJVERBERG	Mogelijkheden en beperkingen van biologische bestrijding met behulp van de inzet van bestrijders en middelen
BEERLING	Geïntegreerde bestrijding in chrysant. Bouwstenen en implementatie
BIANCHI	Effecten van landschapsstructuur op natuurlijke plaagregulatie
BREUKERS	Evaluatie van bruinrot beheers strategieën: ontwikkeling van een bio-economisch model
BUURMA	werken met voorlopers en voortrekkers in de praktijk
HEIJTING	Ruimtelijke dynamiek van onkruiden in continue maïsteelt
KRUIDHOF	Onkruidbeheersing door groenbemesters: allelopathie
KUIK	Bloedingsziekte in paardenkastanje
LANDEWEERT	Moleculaire, routinematige detectie van het stengelaaltje ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> ) en witrot ( <i>Sclerotium cepivorum</i> ) in grondmonsters is specifiek en gevoeliger dan klassieke, morfologische detectie.
LUDEKING	DNA Multi scan in de praktijk, Meervoudige detectie van schimmels in planten en drainwater
MEIJER	Alle genen van <i>Phytophthora</i> op een rij: verschillen, overeenkomsten en gastheerspecificiteit.
MESSELINK	Het succes van de nieuwe roofmijt <i>Typhlodromips swirskii</i> in de glastuinbouw
MOLEMA	Innovaties in de mechanische intrarij-onkruidbestrijding
POSTMA	<i>Lysobacter enzymogenes</i> in combinatie met chitosan bestrijdt <i>Pythium aphanidermatum</i>
SCHEPERS	Beheersing van valse meeldauw ( <i>Bremia lactucae</i> ) in sla
SCHEPERS	Resultaten thema 1, 2 en 3 van het ParapluPlan Phytophthora
SCHOEN	Diagnostic application of padlock probes – multiplex detection of plant pathogens using universal microarrays
TAKKEN	Overeenkomsten en verschillen in ziekteresistentie tussen plant en dier
VAN DER WERF	Epidemiologie van <i>Phytophthora</i> in een regionale context; resultaten van atmosferische en epidemiologische modellen

VLAK	Een baculovirus van en voor de Turkse mot.
WANDER	Nachtelijke beregening voorkomt epidemie valse meeldauw in uien
WOLF	Nieuwe mogelijkheden voor het monitoren van pathogenen: de inzet van niet-invasieve en flowcytometrische detectiemethoden
ZOON	Aaltjesbeheersing met natuurlijke middelen; resultaten 2002-2005

Lammert Bastiaans en Kees Westerdijk

## Toelichting aanvraag beurzen KNPV

Het KNPV-bestuur is voornemens om met in gang van 2005 subsidie te verlenen om activiteiten mogelijk te maken die passen in de doelstelling van de vereniging. Daartoe zijn per jaar een tweetal subsidieronden ingesteld en per ronde kan maximaal 10.000 euro verdeeld worden over de gehonoreerde voorstellen. De voorstellen worden beoordeeld door een toetsingscommissie, die het beschikbare budget uitzet en terugrapporteert bij de jaarvergadering van de KNPV. De aanvragen kunnen het hele jaar door ingestuurd worden.

Randvoorwaarden voor de toekenning:

- indienen gemotiveerd verzoek: wat, met welk doel, welke kosten, wie financiert en wat wordt teruggeleverd (aanvraag formulier te downloaden van website);
- passen binnen de doelstelling van de vereniging, c.q. bevorderen samenwerking en/of kennisuitwisseling op gebied van gewasbescherming;
- ingediend kan worden door individuele personen mits KNPV lid, verenigingen, (KNPV) werkgroepen en maatschappelijke organisaties;
- de gevraagde financiële bijdrage zou niet logischerwijs door de werkgever betaald moeten worden (om dit te beoordelen inzicht geven in medefinanciering en/of eigen bijdrage);
- iets voor breder publiek terug laten komen (b.v. korte rapportage voor gewasbescherming; plaatsing ter bepaling van redactie);
- een pre hebben voorstellen die samenwerking tussen de groepen onderzoek, onderwijs, industrie en beleid bevorderen.

De toetsingscommissie bestaat uit de secretaris van de vereniging en twee bestuursleden: A. Wesselo (PD), J. Buurma (LEI) en R. van der Weide (PPO).



# Aanvraagformulier voor KNPV-beurzen of –subsidies

Dit formulier moet volledig ingevuld worden ingediend bij de secretaris van de KNPV.

De aanvragen worden getoetst aan de randvoorwaarden, zoals vermeld in de toelichting

Persoonlijke gegevens: .....  
Naam aanvrager: .....  
Postadres aanvrager: .....  
Postcode/woonplaats: .....  
  
Handelend namens: .....

Inhoudelijke gegevens: .....  
.....  
Voor welke activiteit wordt een bijdrage gevraagd? .....  
(eventueel projectvoorstel of projectplan bijvoegen) .....  
.....  
In welke periode wordt de activiteit voorbereid en uitgevoerd? .....  
.....  
Welke kosten worden uit de bijdrage gefinancierd?.....  
.....  
Welke tastbare tegenprestatie (bv. artikel, rapport) mag de KNPV verwachten? .....  
Wanneer wordt de betreffende tegenprestatie opgeleverd? .....  
.....  
Op welke manier draagt de activiteit bij aan samenwerking en/of kennisuitwisseling tussen gewasbescher-  
mingdeskundigen in onderzoek, onderwijs, industrie en beleid? .....  
.....

Financiële gegevens: .....  
Totaal begroting van activiteit: .....  
Bijdragen uit andere bronnen: .....  
Gevraagde bijdrage KNPV: .....  
Wie/wat zijn “andere bronnen”? .....  
Waarom zijn die onvoldoende? .....

Bank/giro-rekening begunstigde: .....  
ten name van: .....  
woonplaats: .....

Ondertekening: .....  
Ik zeg toe, om de KNPV te noemen bij de uitvoering en rapportage van de activiteit.  
Woonplaats en datum: .....  
Handtekening: .....

VERENIGINGSNIEUWS

# Nieuws

## **Het Veelkleurig Aziatisch Lieveheersbeestje [*Harmonia axyridis* (Pallas)] in Nederland**

Sinds kort wordt in Nederland een nieuw soort lieveheersbeestje aangetroffen: het Veelkleurig Aziatisch Lieveheersbeestje (*Harmonia axyridis* (Pallas)). *Harmonia axyridis* is afkomstig uit Azië en is vanaf 1994 in Nederland uitgezet als biologische bestrijder van bladluizen in buitenteelten en in teelten onder glas. In 2002 werden de eerste exemplaren in het wild gevonden en in 2003 was dat al op een twintigtal plaatsen het geval. Vorig jaar heeft de PD, in samenwerking met een groot aantal vrijwilligers, een survey gehouden naar de verspreiding van de soort in ons land. Het overgrote deel van de meldingen in de lente en zomer kwam uit het zuiden en het midden van het land. In de herfst kwamen daar nieuwe, meer meldingen uit het noorden bij. Tot op heden wordt dit lieveheersbeestje aangetroffen onder de lijn Alkmaar – Zwolle – Enschede. Ook in ons omringende landen (Duitsland, België, Luxemburg, Noord-Frankrijk, Verenigd Koninkrijk), wordt het sinds 2000 buiten aangetroffen en ook daar breiden populaties zich snel uit. In 2005 wordt de opmars in ons land verder gevolgd.

*Harmonia axyridis* is actief van het vroege voorjaar tot in het late najaar. Zij is vooral te vinden op bomen, struiken en kruiden die besmet zijn met bladluizen, in stedelijk gebied - zoals tuinen en parken - maar ook in natuurlijke gebieden.

In Nederland kent *Harmonia* twee generaties (eieren, vier larvensta-

dia, poppen en volwassen dieren) per jaar: een eerste van mei tot en met juli en een tweede vanaf augustus tot en met oktober. In de herfst (oktober) zoeken volwassen dieren een plek om te overwinteren. Behalve achter schors van bomen gebeurt dit vaak in huizen en gebouwen. Daar kruipen ze in groepen samen, variërend van een tiental tot duizenden exemplaren. *Harmonia axyridis* kan mensen bijten. Ze doen dit echter zelden en alleen wanneer men ze over de handen of huid laat lopen.

*Harmonia axyridis* eet vooral bladluizen, maar ook andere kleine zachte insecten staan op het menu. Volwassen dieren eten stuifmeel, nectar en suikerhoudend voedsel, zoals rijp fruit, maar tasten de planten zelf niet aan. Bij gebrek aan prooidieren kunnen larven kannibalistisch zijn en eten ze larven van andere soorten lieveheersbeestjes. Door de concurrentie om voedsel, haar agressief gedrag ten opzichte van concurrenten en de relatief grote aantallen vormt *Harmonia* vooral een bedreiging voor inheemse soorten. De precieze gevolgen voor de inheemse flora en fauna van *Harmonia* zijn nog niet bekend.

Wet- en regelgeving voor biologische bestrijders wordt nog ontwikkeld.

Soorten die reeds in gebruik waren en als veilig worden beschouwd staan op een lijst van vrijgestelde soorten. Alle andere soorten worden beoordeeld op de mogelijke risico's voor de inheemse flora en fauna, voordat (evt.) toestemming tot uitzetten (onthefing) wordt verleend.

Op deze manier willen wij biologische bestrijding blijven stimuleren, maar tegelijkertijd verstoring van de inheemse flora en fauna voorkomen.

Bron: Nieuwsbrief Plantenziekten-

kundige Dienst, Jaargang 12, Nummer 02, 2005

## **Twinning-project Nederland – Turkije – Griekenland**

In april 2004 is de PD begonnen met een twinning-project om Turkije voor te bereiden op toetreding tot de Europese Unie (EU). De PD werkt binnen het project nauw samen met de Griekse *National Agricultural Research Foundation*, NAGREF, in Athene. De coördinator ter plekke in Ankara is Pieter Oomen (voordien plv afdelingshoofd Geïntegreerde Gewasbescherming in Wageningen). Zijn werkplek is bij het *Plant Protection Central Research Institute* in Ankara, terwijl het project thuishoort onder het *General Directorate of Protection and Control* van het Turkse ministerie van Landbouw. In het project is 'Wageningen' verantwoordelijk voor alle fytosanitaire opleidingen en ondersteuning, terwijl 'Athene' verantwoordelijk is voor de meeste fytofarmaceutische trainingen.

Na één jaar draait het project nu op volle toeren en dat gaat - naar verwachting - door tot het eind 2005. Turkse importinspecteurs hebben een intensieve training in Europese regelgeving gekregen met nadruk op de uitvoering daarvan op het gebied van import van plantaardige producten. Zij staan nu op het punt om ongeveer 400 Turkse collega's te gaan opleiden. Turkse diagnostici hebben een studiebezoek aan de PD in Nederland achter de rug, terwijl Nederlandse experts op het punt staan naar Turkije te reizen voor verdere opleiding. PD-deskundigen hebben de eerste van twee workshops over *Pest Risk Analysis* gegeven. De

Griekse deskundigen hebben een intensieve serie trainingen verzorgd over dossierbeoordeling van bestrijdingsmiddelen en zullen op korte termijn ook laboratoriumtrainingen voor b.v. residubepalingen verzorgen. Voorts vormen residuzaken, zoals vaststelling van MRLs (maximum residu limieten), residu monitoring en *rapid alert systems* onderdeel van de Griekse bijdragen aan het project.

Ondanks een flink tekort aan mankracht aan Turkse zijde worden al deze trainingen en ondersteuning met grote interesse opgepikt. Aan Turkse zijde voldoet de PD aan de verwachtingen van meest deskundige organisatie in Europa op fytosanitair gebied. De Grieken blijken weliswaar jonge maar zeer competente deskundigen in te zetten voor de trainingen. Als nevendoelelstelling van het project ontstaat zo een netwerk van relaties tussen de Turkse en de Europese deskundigen – de eerste stap naar effectieve integratie in Europa.

*Bron: Nieuwsbrief Plantenziektkundige Dienst, Jaargang 12, Nummer 02, 2005*

## Kastanjeziekte

De bloedingsziekte bij paardenkastanje (*Aesculus* spp.), eerder gemeld in de PD Nieuwsbrief nummer 06 van december 2004, heeft zich in 2004 sterk over ons land uitgebreid. Inmiddels zijn er ook uit ons omringende landen berichten over dit schadebeeld.

Begin 2005 zijn door LNV financiële middelen beschikbaar gesteld aan de werkgroep 'Aesculaap' voor onderzoek naar de oorzaak van de ziekte. De werkgroep 'Aesculaap' is een samenwerkingsverband van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Ingenieursbureau Amsterdam, PD, Alterra, Plant Research International (PRI), Wageningen Universiteit, Centraal

Bureau voor Schimmelcultures (CBS) en de gemeenten Den Haag, Utrecht, Haarlemmermeer en Houten.

Door 'Aesculaap' is een onderzoeksprogramma opgesteld waarin, vanuit verschillende richtingen, aan de oplossing van dit probleem wordt gewerkt. Het onderzoek omvat de volgende onderdelen:

- Literatuuronderzoek naar de ziektesymptomen of vergelijkbare ziekte- en / of schadebeelden;
- fytopathologisch onderzoek naar een schimmel, bacterie, virus, viroïde of fytoplasma als mogelijke (mede)ziekteveroorzaker, volgens klassieke en moleculaire methoden. Hierbij wordt eveneens gekeken naar een mogelijk verband tussen de ziekte en het in de laatste jaren sterke optreden van de paardenkastanje-mineermot;
- onderzoek naar anatomische en cellulaire verschillen tussen aangetast en niet aangetast bast- en houtweefsel;
- onderzoek naar de fysiologische en biochemische processen in en rond de bastaantastingen;
- landelijke inventarisatie naar de verspreiding van de ziekte door middel van een enquête die wordt verstuurd naar alle gemeenten.

De resultaten van het onderzoek, uit te voeren in de periode februari – december 2005 komen dit jaar gefaseerd beschikbaar. Door de gekozen brede aanpak wordt getracht om de oorzaak snel te achterhalen. Wanneer er een eenduidige aanwijzing is voor een oorzaak, dan wordt het onderzoeksprogramma waar mogelijk aangepast. Gevonden resultaten worden gebruikt bij het bepalen van een bestrijdings- of beheersingsstrategie.

Inmiddels zijn de eerste onderzoeksresultaten vermeld op de website van 'Aesculaap', [www.kastanjeziekte.wur.nl](http://www.kastanjeziekte.wur.nl)  
Uit het literatuuronderzoek is ge-

bleken dat het schadebeeld, zoals dat zich nu voordoet bij kastanje, niet eerder is beschreven. Er zijn vier typen aftakelingsziekten bij bomen te onderscheiden. Resultaten van het onderzoek moeten uitwijzen van welk type schadebeeld hier sprake is. Het fytopathologisch onderzoek wordt door de PD gecoördineerd. Op vier locaties verspreid over het land zijn hout-, bloem-, blad- en grondmonsters genomen. De eerste resultaten wijzen uit dat in zowel ziek als gezond materiaal een virus en een fytoplasma aanwezig zijn, die de niet primaire veroorzakers lijken te zijn. De oomycete *Phytophthora*, nauw verwant aan schimmels, wordt regelmatig genoemd als een mogelijke veroorzaker van de kastanjeziekte. Inmiddels is vastgesteld dat dit micro-organisme niet in de houtmonsters kon worden aangetoond.

Wel werden door de Duitse *Phytophthora*-deskundige Dr. T. Jung, Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, die op uitgenodiging van 'Aesculaap' op drie locaties aan aangetaste paardenkastanjes onderzoek heeft verricht, meerdere *Phytophthora*-soorten in grondmonsters aangetoond, die aan de basis van aangetaste bomen waren genomen.

In de houtmonsters die werden genomen uit de aangetaste plekken, werd steeds een bacterie geïsoleerd. Identiteit en pathogeniteit van deze bacterie wordt in vervolgonderzoek bepaald. In het laboratorium zijn diverse middelen getest die 'het bloeden', dat een gevolg is van een secundaire cascade van afbraakprocessen in het hout, kunnen stoppen. Middelen die in het laboratorium effectief bleken worden nu in een praktijkproef getoetst.

Bij het verwerken van de gegevens van de landelijke inventarisatie, heeft de helft van de gemeenten inmiddels gereageerd. Bovendien wordt daarbij gekeken naar moge-

NIUEWS

lijke relaties tussen aantastingen en groeiplaatsomstandigheden.

*Bron: Nieuwsbrief Plantenziektenkundige Dienst, Jaargang 12, Nummer 03, 2005*

## **Satelliet ziet de beste friet-aardappels ; Innovatie Interpretatie van de metingen blijft grotendeels mensenwerk**

Uit metingen van satellieten kan voortaan worden afgeleid hoe de aardappels erbij staan. Geel gekleurde velden brengen meer op dan de blauwe.

Leverancier van de opname is Bas-Food. De Eindhovense onderneming werd drie jaar geleden opgericht door de gebroeders Frans en Wim Bastiaanssen. Frans (62) was tot zijn pensioen manager bij Philips. Zijn jongere broer Wim (44) was hoogleraar in Wageningen en gekend specialist in remote sensing, het meten van de toestand van het aardoppervlak met satellieten. Frans: Wim is de expert. Ik heb op een gegeven moment gezegd: met al die kennis moet je toch iets kunnen doen. BasFood koopt waarnemingen van zes satellieten. Dat zijn gedetailleerde metingen van het aardoppervlak in verschillende frequentiegebieden. Dat daaruit vochtigheid, temperatuur en bodemgesteldheid kan worden afgeleid, was bekend. Bas-Food gaat echter verder. Het bedrijf kan uit de satellietmetingen afleiden hoe groot de opbrengst zal zijn, wat het droge-stofgehalte van het gewas is (een belangrijk gegeven voor teler en handel), en opkomende plantenziekten detecteren. Die interpretatie van de satelliet-

metingen is grotendeels mensenwerk.

Het oog van de meester, zegt Frans, wijzend naar broer Wim.

BasFood ondernam vorig jaar een eerste proef met zijn systeem, in Polen op velden van aardappelverwerker McCain. De satellietdata werden in Eindhoven geanalyseerd, en daarna vergeleken met de velddata die McCain in Polen verzamelde. Frans: Zelf hebben we die velden nooit gezien. Dat is ook niet nodig. We kunnen vanuit Eindhoven de hele wereld overzien. Die eerste proef, kosten 140000 euro, betaalde de jonge onderneming zelf. Voor de tweede proef vond BasFood meebetalende partners, in Brabant en Zeeland. In samenwerking met aardappeltelers van cooperatie Nedato en tarwetelers van CZAV start binnenkort die proef. Frans: Je hebt drie geslaagde proeven nodig om de markt op te kunnen. Maar als deze proef slaagt gaan we in Brabant en Zeeland meteen door. Nedato en CZAV zijn eigenlijk onze eerste klanten. Een teler die straks gebruikmaakt van de diensten van BasFood zal daarvoor jaarlijks enkele euro's per hectare betalen. Daarvoor krijgt hij eens in de twee weken een nauwkeurig beeld van de toestand van zijn gewassen, via internet. En voor de handel kan desgewenst een groter gebied worden afgespeurd. De handel kan dan zien waar straks de beste friet-aardappelen vandaan komen.

*Bron: Trouw, 21 juli 2005-08-10*

## **Bloemenwal tegen insectenvraat ; Kruidige planten lokken natuurlijke vijanden van schadelijke beestjes**

In de Hoeksche Waard wordt een nieuw soort gewasbescherming

getest. Bloemenstroken lokken roofinsecten. En die vreten schadelijke beestjes op.

In een stille uithoek van Nederland - in de Hoeksche Waard, niet ver van Rotterdam - zoekt Anita Dulos naar beestjes in een groot tarweveld. De getrainde ogen van de milieukundige speuren naar de grote graanluis en de vogelkersluis.

Langs de akker loopt een opvallende, drie meter brede baan met bloeiende planten en kruiden: witte boekweit en koriander, blauwe korenbloemen en komkommerkruid, gele dille. Verderop staat nog zo'n bloemenrand bij het aardappelveld van teler Cees Schelling. Hier knalt de rode klapproos eruit en is een verdwaalde zonnebloem opgeschoten.

Is deze perceelversiering bedoeld om de ogen van voorbijgangers te strelen? Wil de Hoeksche Waard zich bloemrijk presenteren als tegenhanger van de verderop gelegen Rotterdamse haven?

Niets van dat al. In deze verstilte regio is een grootschalig driejarig experiment begonnen, gefinancierd door de ministeries van Landbouw en van Milieu en landbouworganisatie LTO. Entomologen werken samen met boeren om insectenplagen op een biologische manier te bestrijden.

Dr. Felix Waeckers van het Nederlands Instituut voor Ecologie in Heteren weet alles van het gedrag van de sluipwesp, een insect dat al heel succesvol in tuinderskassen wordt ingezet om vraatzuchtige insectenplagen te lijf te gaan.

Maar hoe krijgt een boer in de monocultuur van de moderne landbouw sluipwespen of andere roofinsecten zoals zweef- en gaasvliegen of lieveheersbeestjes, zo ver dat ze hem komen verlossen van de plaaginsecten op tarwe, aardappelen en spruitkool?

Door voedsel aan te bieden, stelt Waeckers. 'Een sluipwesp houdt het in een monocultuur twee dagen uit zonder bloemen of andere suikerbronnen. Maar als er bloeiende planten staan, kan die wesp

twee maanden voort en honderden rupsen, belagers van spruitkool, aanpakken.'

## Nectar

Niet bij alle bloemen ligt de nectar voor het oprapen, soms is die diep weggestopt. Daarom is het zaak voor sluipwespen of roofinsecten toegankelijke bloemen in te zaaien. De kruiden in de Hoeksche Waard zijn hierop geselecteerd. Eenmaal gelokt en gelaafd aan de zoete nectar vliegen de roofinsecten naar de omliggende gewassen om plaaginsecten uit te schakelen. De sluipwespen vallen de rupsen aan die spruitkoolblad aanvreten, zoals het koolwitje en het koolmotje. Andere sluipwespen verslinden net als gaas- en zweefvliegen en lieveheersbeestjes de luizen op tarwe en aardappelen. 'Dat is in wezen een wreed toneel', zegt Waeckers. 'De sluipwespen droppen hun eieren in de luizen, die vervolgens van binnenuit door de larven worden opgegeten. De harde huid van de luis blijft op het gewas achter als een onschadelijke cocon, een mummie.'

De eeuwige cirkelgang van eten en gegeten worden wordt bij deze biologische bestrijding nuttig toegepast. De gifspuit kan in de kast blijven - prettig voor het milieu. Bij de spruitjesvelden, grappend de spruitkoolboulevard genoemd, onderzoeken Felix Waeckers en biologiestudente Sara Mulder de belagers van de koolplant. 'Ik heb moeite een luis te vinden', zegt Mulder. 'We komen nog weleens luizen tegen maar die blijken mede door sluipwespen gepa-

rasiteerd en worden zo goed onder de duim gehouden', zegt Waeckers. Een klein hoekje bij de spruitkool is afgezet met barbarakruid. Dat heeft weer een heel andere functie. Het kruid trekt koolmotjes aan. Als het koolmotje de keuze heeft tussen koolplant of barbarakruid, kiest hij de laatste. De mot legt er eieren, maar die komen op deze plant niet tot ontwikkeling. 'Dat is dus een doodlopende weg en daarmee een effectieve manier om de plaagdruk te reduceren.'

## Overwinteren

Om de meeste akkerranden staan eenjarige planten die tegelijk met het gewas worden ingezaaid. Na de oogst verdwijnen dus ook de bloemen van deze akkerranden. Daarom zijn door het hele gebied stroken gras ingezaaid waarin de roofinsecten de winter kunnen doorkomen. In de buurt staan ook bosjes waar vliegende roofinsecten in de kou kunnen overwinteren.

In de woonkeuken vertelt Cees Schelling dat hij het experiment op zijn bedrijf ziet als een stap naar duurzamer landbouw. 'Ik ben hoopvol gestemd, maar voor conclusies is het nog te vroeg. Als het werkt, wordt het ook economisch interessant, omdat er dan minder gespoten hoeft te worden. Dat scheelt in de kosten.' Schelling houdt nog wel de gewasbeschermingsmiddelen achter de hand, voor het geval de biologische bestrijding onvoldoende werkt.

De boer ging overstag toen bleek dat de aardappelluizen moeilijk te bestrijden waren met gangbare,

chemische middelen. 'Dat is zo'n moment dat je overstapt naar biologische bestrijding.'

Helemaal gerust op de heilzame werking is Schelling niet. 'Die bloemrijke akkerranden kunnen ook een goed milieu scheppen voor vraatzuchtige beesten die we niet willen hebben. Slakken bijvoorbeeld, en de emelt, de larve van de langpootmug, die wortels van suikerbieten vreet. We zitten ook niet te wachten op de ritnaald, de larve van de kniptor, die putten maakt in de aardappelknollen.' Waeckers verwacht niet dat het zo'n vaart loopt met de emelt en ritnaald, die vooral spelen bij grasrijke randen. En de slakken kunnen met wormpjes bestreden worden. Maar Schelling zegt: 'Dat lijkt op het verleggen van het probleem. Zo blijven we aan de gang.' Door lukraak voedselbronnen te introduceren, bestaat het risico dat de plaag verergert in plaats van verbetert. Vlinders als koolwitjes vinden nectar ook aantrekkelijk, wat kan leiden tot plagen in kool. Door de suikerbehoefte van roof- en plaaginsecten te onderzoeken, wordt het mogelijk eventuele selectieve voedselbronnen te identificeren, die door de natuurlijke vijand wel, maar door het plaaginsect niet worden gebruikt. 'Bij kool konden we aantonen dat zo'n selectiviteit haalbaar is. Diverse natuurlijk voorkomende suikers bleken ongeschikt voor het koolwitje, maar uitstekend geschikt voor de sluipwesp die de rupsen van het koolwitje aanvalt.'

Bron: Marieke Aarden, *De Volkskrant*, 6 augustus 2005

NIUEWS

## Lidmaatschap van de KNPV

Het lidmaatschap biedt u:

- Vrije deelname aan de gewasbeschermingsdagen
- Gratis abonnement op 'Gewasbescherming'
- Deelname aan de algemene ledenvergaderingen met stemrecht; statuten worden op verzoek toegezonden
- Mogelijkheid van een collectief abonnement (tegen gereduceerd tarief) op het European Journal of Plant Protection

Het lidmaatschap loopt van 1 januari tot en met 31 december. Bij tussentijdse toetreding is een evenredig gedeelte van de contributie verschuldigd.

Opzeggen van het lidmaatschap dient voor 1 december schriftelijk te geschieden.

Aanmeldingen:

Mevr. M. Roseboom

Adm. Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging,

Postbus 31,

6700 AA Wageningen

E-mail: m.roseboom2@chello.nl

Het secretariaat van de KNPV is telefonisch bereikbaar op 0317-483654

Als nieuw lid ontvangt u als welkomstgeschenk de 'Lijst van Gewasbeschermingskundige Termen' (verkoopprijs € 12,50). Na acceptatie door het bestuur volgt een acceptgiro



of copie

Ondergetekende meldt zich aan als:

	Nederland/België	Overige landen
<input type="checkbox"/> Gewoon lid van de KNPV	€ 25,-	€ 35,-
<input type="checkbox"/> Gewoon lid van de KNPV inclusief een abonnement op het EJPP	€ 146,-	€ 156,-
<input type="checkbox"/> Lid-donateur van de KNPV	€ 65,-	

Naam : \_\_\_\_\_

Straat : \_\_\_\_\_

Postcode : \_\_\_\_\_ Plaats : \_\_\_\_\_

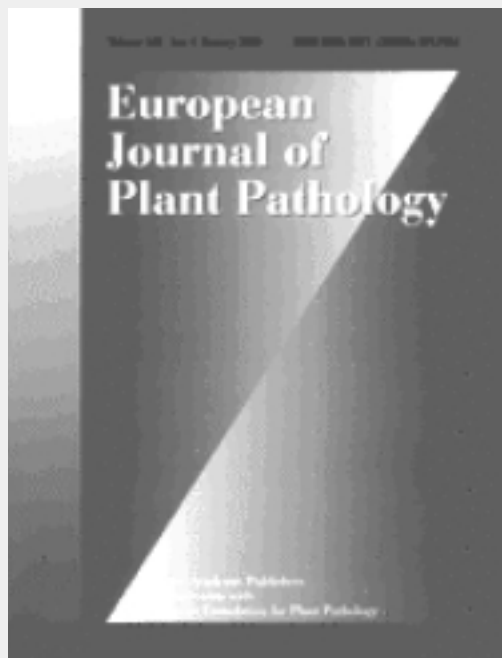
Land : \_\_\_\_\_

Datum : \_\_\_\_\_ Handtekening : \_\_\_\_\_

LIDMAATSCHAP

# European Journal of Plant Pathology

Published in cooperation with the European Foundation for Plant Pathology



*The European Journal of Plant Pathology is an international journal that publishes original research articles dealing with fundamental and applied aspects of plant pathology. Thus, in addition to bacteriological, mycological, and virological topics, entomological, nematological and plant protection studies in general are also included.*

Editor-in-Chief:

**Mike Cooke**, University College Dublin, Ireland

The *European Journal of Plant Pathology* is published in cooperation with the *European Foundation for Plant Pathology*; therefore a special price is given to all members of 27 national societies associated with this foundation.

**As a member of the Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging you are also entitled to this considerable discount. The regular subscription fee is EUR 1298.00, but as member of the KNPV you only pay EUR 125.50 (2005 prices). As of 2005 the journal will be published in three volumes; each volume consists of four issues.**

Associate Editors:

**Solke H. De Boer**, Centre for Animal and Plant Health, *Charlottetown, Canada*; **Thierry Candresse**, INRA, *Villenave d'Ornon, France*; **David B. Collinge**, KVL, *Copenhagen, Denmark*; **Mike Deadman**, Sultan Qaboos University, *Al Khod, Sultanate of Oman*; **Simon Edwards**, Harper Adams University College, *Newport, UK*; **Maria R. Finckh**, University of Kassel, *Witzenhausen, Germany*; **Stephen B. Goodwin**, USDA-ARS, *Purdue University, West Lafayette, IN, USA*; **Francine Govers**, Wageningen Agricultural University, *Wageningen, The Netherlands*; **Wilhelm Jelkmann**, Institute for Plant Protection in Fruit Crops, *Dossenheim, Germany*; **Peter W. Jones**, University College Cork, *Cork, Ireland*; **Hans J. Lyngs Jørgensen**, KVL, *Copenhagen, Denmark*; **Philippe Lemanceau**, INRA/Université de Bourgogne, *Dijon, France*; **Bruce McDonald**, Federal Institute of Technology, *Zurich, Switzerland*; **Mark P. McQuilken**, The Scottish Agricultural College, *Auchincruive, Scotland, UK*; **Thorsten Nürnberger**, Eberhard-Karls-University, *Tübingen, Germany*; **Corné M.J. Pieterse**, Utrecht University, *Utrecht, The Netherlands*; **Yitzhak Spiegel**, The Volcani Center, *Bet Dagan, Israel*; **Xiangming Xu**, East Malling Research, *Kent, UK*.

European Foundation for Plant Pathology Secretariat:

**Piet M. Boonekamp**, Plant Research International B.V., *Wageningen, The Netherlands*.

If you are interested in a subscription or you would like further information, please contact:

Ing. Zuzana Bernhart  
Publishing Editor  
Plant Pathology & Entomology  
Springer Science + Business Media  
P.O. Box 17  
3300 AA Dordrecht  
The Netherlands  
zuzana.bernhart@springer-sbm.com .

ARTIKEL

# AGENDA

## 11-12 October 2005

Meeting of IOBC/WPRS Working Group "Integrated Control in Oilseed Crops", Poznan, Polen.

*Info:* Dr. B. Koopmann, Institute of Plant Pathology and Plant Protection, University of Göttingen, Duitsland, E-mail:

bkoopma@gwdg.de

Dr. S. Cook, Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, Verenigd Koninkrijk. E-mail:

sam.cook@bbsrc.ac.uk

Dr. M. Jedryzcka, Dr. P. Kachlicki, Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, ul. Strzeszynska 34, 60-479 Poznan, Polen.

E-mail: mjed@igr.poznan.pl

Website: <http://www.user.gwdg.de/~instphyt/app/koopmann/eng-dateien/iobc2004-bulletin.htm>

## 14-15 October 2005

Association of Natural Bio-control Producers Conference 2005, "Beneficials Without Borders", Hotel El Tapatio, Guadalajara, Mexico. Maclay Burt, Executive Director ANBP, Phone/Fax 714 544 8295, e-mail [execdir@anbp.org](mailto:execdir@anbp.org) ANBP website <http://www.anbp.org> / <http://www.anbp.org/ANBP%20Conf%202005.html>

## 12-14 oktober 2005

International Commission for Plant-Bee Relationships Bee Protection Group. 9<sup>th</sup> International Symposium Hazards of Pesticides to Bees. York, Verenigd Koninkrijk. Organised by: National Bee Unit, Central Science Laboratory. The symposium will be held at the Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, North Yorkshire

*Info:* Gavin Lewis, Secretary to the ICPBR Bee Protection Group; 9th International Symposium.doc; JSC International Ltd. Simpson House Windsor Court, Clarence Drive Harrogate, HG1 2PE

Tel: +44 (0)1423 520245,  
Fax: +44 (0)1423 520297,  
E-mail: [GavinL@jsci.co.uk](mailto:GavinL@jsci.co.uk)

## 26-28 oktober 2005

IOBC/WPRS Working Group 'Integrated Protection of Olive Crops', Florence, Italië

*Info:* dr Antonio Belcari, Department of Agricultural Biotechnologies, University of Florence, Piazzale delle Cascine, 18-50144 Firenze, Italy, Tel.: 055-3288-277,

Fax: 055-3288-278,

<http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

## 31 oktober-2 november 2005

**The BCPC Seminars 2005 - Crop Science & Technology**, Incorporating the BCPC Exhibition SECC, Glasgow, Verenigd Koninkrijk

*Info:* e-mail: [lizzy.white@bcpc.org](mailto:lizzy.white@bcpc.org) ;

web: <http://www.bcpc.org/>

## 6-10 november 2005

Annual Meeting of the Entomological Society of America. 2005 Fort Lauderdale Convention Center, Fort Lauderdale, Florida Verenigde Staten

*Info:* ESA, 9301 Annapolis Rd., Lanham, MD 20706-3115, Verenigde Staten, E-mail: [esa@entsoc.org](mailto:esa@entsoc.org)

Fax: 1-301-731-4538,

Web: [www.entsoc.org](http://www.entsoc.org) ,

Tel: 1-301-731-4535

## 26-29 November 2005

Third International Conference on IPM Role in Integrated Crop Management and Impacts on Environment & Agricultural Products, at Plant Protection Research Institute, Agricultural Research Center, Ministry of Agriculture Land Reclamation, Giza, Egypte

Prof. Dr. Ahmed Abdu Hamed,

E-mail: [plant\\_protection@hotmail.com](mailto:plant_protection@hotmail.com), [plantprotection5@yahoo.com](mailto:plantprotection5@yahoo.com)

## 28 februari - 1 maart 2006

The Dundee Conference; Crop Protection in Northern Britain. The West Park Conference Centre, Dundee, Schotland

Email: [s.murray@ed.sac.ac.uk](mailto:s.murray@ed.sac.ac.uk)

## 3-5 April 2006

Integrated Pest Management in Oilseed Rape, Göttingen, Duitsland.

Dr. Bernd Ulber, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Universität of Göttingen, e-mail: [bulber@gwdg.de](mailto:bulber@gwdg.de)

## 18-21 april 2006

13th Australasian Plant Breeding Conference: Breeding for Success: Diversity in Action. Christchurch, Nieuw Zeeland

Professional Development Group, PO Box 84, Lincoln University, Canterbury Nieuw Zeeland

Info: Tel. :+64 3 325 2811 ext 8955, Fax: +63 3 325 3685

<http://events.lincoln.ac.nz/apbc/default.htm>

## 14-18 May 2006

IOBC/WPRS Working Group "Protected Crops, Mediterranean Climate", Murcia, Spain.

*Info:* Dr. Cristina Castañé, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Ctra. de Cabrils s/n, 08348 CABRILS, SPAIN, Tel. +34 93 7507511, Fax: +34 93

7533954, e-mail: [Cristina.Castane@irta.es](mailto:Cristina.Castane@irta.es) or

Dr. Juan Antonio Sánchez, Instituto Murciano de investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), C/ Mayor s/n; 30150 LA ALBERCA, SPAIN, Tel. + 34 968 362787, Fax + 34 968 366792, e-mail: [Juana.Sánchez23@carm.es](mailto:Juana.Sánchez23@carm.es), website:

[http://wsiam.carm.es/imida/congresos\\_jornadas/oilb.htm](http://wsiam.carm.es/imida/congresos_jornadas/oilb.htm)



## Binnenlandse bijeenkomsten

### 5-9 September 2005

**Potato 2005:** Trade show, field demonstrations and congress 'Continuing the success of Potato 2000'  
*Info:* Sandra van Beek, P.O. Box 822, 3700 AV Zeist  
Tel.: 030-6933489; fax: 030-6974517; e-mail: [svanbeek@agriprojects.nl](mailto:svanbeek@agriprojects.nl); website: <http://www.europoint-bv.com/events/?potato2005>

### 30 november 2005

'Hoogtepunten van 2004 en 2005' op de KNPV-Najaarsvergadering 2005  
Wageningen: WICC, Lawickse Allee 11.; 9.00-18.00 uur  
*Info:* A.W. Wesselo, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen. E-mail: [A.w.wesselo@minlnv.nl](mailto:A.w.wesselo@minlnv.nl)

## Buitenlandse bijeenkomsten

### 5-9 September 2005

IX European Workshop on Insect Parasitoids, Cardiff, Wales, UK).  
*Info:* Dr J.S. Noyes, e-mail: [jsn@nhm.ac.uk](mailto:jsn@nhm.ac.uk); Website: <http://www.royensoc.co.uk/ewipInfo.doc>

### 12-16 september 2005

2<sup>nd</sup> International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland.  
*Info:* ISBCA-Sekretariat: e-mail: [ISBCA@bluewin.ch](mailto:ISBCA@bluewin.ch); Dr. Mark Hoddle, University of California, [mark.hoddle@ucr.edu](mailto:mark.hoddle@ucr.edu) and Dr. U. Kuhlmann, CABI Bioscience Switzerland, [U.Kuhlmann@cabi-bioscience.ch](mailto:U.Kuhlmann@cabi-bioscience.ch)  
<http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>; Website: <http://www.cabi-bioscience.ch/ISBCA-DAVOS-2005/>

### 17-21 september 2005

IOBC/WPRS General Assembly, Dijon, Frankrijk  
*Info:* Claude Alabouvette, UMR INRA Université de Bourgogne, Microbiologie, Géochimie des Sols (MGS), 17 rue Sully - BP 86510, F- 21065 Dijon Cedex.  
Tel :+33 (0) 380 69 30 41, fax: +33 (0)380 69 32 24, e-mail: [ala@dijon.inra.fr](mailto:ala@dijon.inra.fr), Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 20-23 September 2005

IOBC/WPRS Working Group "Integrated Protection of Stored Products", Prague, Czech Republic.  
*Info:* Dr. Shlomo Navarro, Department of Food Science, The Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israël, tel: +972-3-9683587; fax: +972-3-9683585; e-mail: [snavarro@volcani.agri.gov.il](mailto:snavarro@volcani.agri.gov.il)  
Dr. Vaclav Stejskal, Department of Stored Product Pests, Research Institute of Crop Production, Praag, Tsjechië, tel:+420-233-022-217, fax: +420-233-022-217, e-mail: [stejskal@hb.vurv.cz](mailto:stejskal@hb.vurv.cz)

### 19-21 september 2005

XXXI CIOSTA - CIGR V Congress "Increasing Work Efficiency in Agriculture, Horticulture and Forestry", University of Hohenheim, Stuttgart, Duitsland.  
*Info:* Dr. Monika Krause: [ciosta@uni-hohenheim.de](mailto:ciosta@uni-hohenheim.de), website: <http://www.uni-hohenheim.de/ciosta-cig>

### 26-27 September 2005

IOBC/WPRS Working Group "Integrated Control in Citrus Fruit Crops", Lisbon, Portugal.  
*Info:* Ferran Garcia Marí, Entomologia Agrícola, Institut Agroforestal Mediterrani, ETSE Agrònoms, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera 14, 46022 Valencia (Spain), Tel.: +34 96387 9250, Fax.: +34 96387 9269, e-mail: [fgarciam@eaf.upv.es](mailto:fgarciam@eaf.upv.es)  
Dr. José Carlos Franco, Secção de Protecção Integrada, Dep. Protecção das Plantas e de Fitoecologia, Instituto Superior de Agronomia, 1349-017 Lisboa (Portugal), Tel.: + 351-213653226, Fax.: + 351-213653430, e-mail: [iobc2005@isa.utl.pt](mailto:iobc2005@isa.utl.pt); Website: <http://www.isa.utl.pt/dppf/iobc>

### 26-29 september 2005

15th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference, Australië  
*Info:* Dr Ian Riley, Plant and Pest Science, School of Agriculture and Wine, The University of Adelaide, PMB1, Glen Osmond SA 5064, Australië. Tel: +61 8 8303 7259; Fax: +61 8 8303 7109; E-mail: [ian.riley@adelaide.edu.au](mailto:ian.riley@adelaide.edu.au)

### 27-30 September 2005

IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms", Dełbe near Warsaw, Polen.  
*Info:* Dr. Heidrun Vogt, BBA, Institute for Plant Protection in Fruit Crops, Schwabenheimerstr. 101, 69221 Dossenheim (Duitsland), Tel.: +49(0)6221/8680530, Fax: +49(0)6221/8680515, E-mail: [H.Vogt@bba.de](mailto:H.Vogt@bba.de), Local organizers: Prof. Remigiusz W. Olszak and Dr. Dariusz Gajek, Research Institute of Pomology and Floriculture, Department of Plant Protection, Pomologiczna str. 18, 96-100 Skierniewice (Polen), Tel.: +48 46 8345357, Fax: +48 46 8333228, E-mail: [rolszak@insad.pl](mailto:rolszak@insad.pl), [dgajek@insad.pl](mailto:dgajek@insad.pl)

### 3-7 oktober 2005

IOBC/WPRS Working Group 'Integrated control in Field Vegetable Crops', Ljubljana, Slovenië  
*Info:* Dr Rosemary Collier (Group Convenor), Warwick HRI, Wellesbourne, Warwick CV35 9EF, Tel: 0044 24 7657 5066, Fax: 0044 24 7657 4500, e-mail: [rosemary.collier@warwick.ac.uk](mailto:rosemary.collier@warwick.ac.uk)  
Dr. Stanislav Trdan (Meeting organizer), Assistant Professor for Plant Protection, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Institute of Phytomedicine, Chair of Entomology and Phytopathology, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, Slovenië  
tel.: 00386 1 423 11 61 ext. 225, fax: 00386 1 256 37 70  
e-mail: [stanislav.trdan@bf.uni-lj.si](mailto:stanislav.trdan@bf.uni-lj.si), url: <http://www.bf.uni-lj.si/ag/fitomedicina>, Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 5-8 oktober 2005

5th Meeting of IOBC/WPRS Working Group 'Integrated Plant protection in Fruit crops – sub-group soft fruits', Stavanger, Norwegen  
*info:* Christian Linder (scientific secretary soft fruit sub-group); Nina Trandem, Local organiser; Jerry Cross, WG convenor  
Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

## [INLEIDING

### Themanummer Bodemweerbaarheid

Joeke Postma, Gera van Os en Hans Schneider .....	189
---	-----

## [ARTIKELN

### Intrinsieke weerbaarheid van gewasbeschermings- en teeltsystemen

Leendert Molendijk .....	191
--------------------------	-----

### Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk

Jan Lamers en Kees Westerdijk .....	193
-------------------------------------	-----

### Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIB is onafhankelijk van rotatie

J.H.M. Schneider, Y. Bakker en C.E. Westerdijk .....	198
--	-----

### Beïnvloedt mengteelt de ziekteverendheid van bodems tegen bodempathogenen?

G.A. Hiddink, A.J. Termorshuizen, J.M. Raaijmakers en A.H.C. van Bruggen .....	200
--	-----

### Bodemmicroflora werkt *Rhizoctonia solani* in suikerbiet tegen

Y. Bakker en J.H.M. Schneider .....	204
-------------------------------------	-----

### Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool

J. Postma en M.T. Schilder .....	208
----------------------------------	-----

### Compostonderzoek aan de leerstoelgroep Biologische bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit

Wim Blok, Etienne van Rijn, Aad Termorshuizen en Dine Volker .....	212
--	-----

### Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt

Gera van Os, Jeroen Wijnker en Jan van der Bent .....	216
---	-----

### Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen

A.D. van Diepeningen, A.H.C. van Bruggen, A.J. Termorshuizen en G.W. Korthals .....	219
---	-----

### Mycorrhizaschimmels: een rol in gewasbescherming?

J. Baar .....	222
---------------	-----

### Genoom analyse van ziekteverende bodems

Arjen Speksnijder en Leo van Overbeek .....	225
---	-----

## [PROMOTIES

### Het belang van microbiële diversiteit voor ziektevering in landbouwgronden

P. Garbeva .....	228
------------------	-----

### Burkholderia community structure in soils under different agricultural management

J.F. Salles .....	231
-------------------	-----

## [COLUMN

### Turkije

Paul van Halteren .....	234
-------------------------	-----

## [VERENIGINGSNIEUWS

### Programma Najaarsvergadering KNPV 30-11-05 .....

235

### Toelichting aanvragen KNPV beurs .....

236

### Aanvragen KNPV beurzen .....

237

## [NIEUWS

Het Veelkleurig Aziatisch Lieveheersbeestje [ <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)] in Nederland .....	238
---	-----

Twinning-project Nederland – Turkije – Griekenland .....	238
--	-----

Kastanjeziekte .....	239
----------------------	-----

### Satelliet ziet de beste frietaardappels; Innovatie Interpretatie van de metingen blijft grotendeels

mensenwerk .....	240
------------------	-----

Bloemenval tegen insectenvraat; Kruidige planten lokken natuurlijke vijanden van schadelijke beestjes .....	240
---	-----

## [AGENDA

.....	omslag 3
-------	----------